رسالۂ رُڑکی متعلق بہ سول انجینیری

(حصّۂ دوم)

مُصنّفۂ

سی۔ جے۔ ویل۔ ایف۔ آر۔ اے۔ ایس + ایف۔ آر۔ جی۔ ایس

پروفیسر پیمایش و نقشہ کشی

مترجمۂ

محمد رضاء اللہ صاحب دہلوی۔ بی۔ اے + سی۔ ای

۱۳۵۵ھ م ۱۳۴۵ف م ۱۹۳۶ء

حکومت صوبجات متحدہ کی اجازت سے اس کتاب کا
بارھواں ایڈیشن اُردو میں ترجمہ کر کے
طبع و شایع کیا گیا۔

# فہرست مضامین

## پیمائش حصّہ دوّم

| | مضمون | صفحہ |
|---|---|---|

تختی عـ۱
ش
سرسری قائم نقشہ
بلند تارہ
پیمانہ
۰ ۲۰۰ ۴۰۰ ۶۰۰ ۸۰۰ ۱۰۰۰ ۲۰۰۰ ۳۰۰۰ فٹ
ا
ب
ج
جَ
ز
د

بسم اللہ الرحمٰن الرحیم

# پیمائش

## حصۂ دوم

# باب اول

## پیمائش بروئے علمِ مثلث یا مثلثائی

**مثلثائی** ـــــ صحیح پیمائش کے لیے یہ لازمی امر ہے کہ اس کی بنیاد ایک وسیع سلسلۂ مثلثائی پر قائم کی جائے، ابتدائی عمل ایسی پیمائش میں ایک بنیادی خط کو نہایت صحت کے ساتھ کسی ہموار زمین پر ناپنا ہوتا ہے۔ اس بنیادی خط کے ہر ایک سرے پر سے اردگرد کے کئی شخصوں (Objects) کے درمیانی زاویے مشاہدہ کر لیے جاتے ہیں۔ یہ اشخاص (Objects) پہلے ہی سے مثلثی مقاموں کی حیثیت سے ثبت شدہ ہوتے ہیں۔ علاوہ ازیں وہ زاویے بھی جو خود بنیادی خط پر ان مقامات کے محاذی ہیں، مشاہدہ کر لیے جاتے ہیں۔ اس مشاہدہ کے بعد بنیادی خط کے سرے سے مقامات مثلثی تک کے فاصلے اور مقامات کے درمیانی فاصلے حسابی عمل سے دریافت کر لیے جاتے ہیں اور کاغذ پر اُتار لیے جاتے ہیں، اس طرح پر بہت سے جدید بنیادی خط بنتے چلے جاتے ہیں جن پر سے دیگر نقاطِ مثلثائی دریافت کر لیے جاتے ہیں یہاں تک کہ تمام زیر پیمائش رقبہ مثلثوں کے جال سے ڈھک جاتا ہے۔ ان مثلثوں کے اضلاع کا طول پیمائش کی مطلوبہ وسعت اور آلاتِ زیرِ کار کی خوبی اور طاقت کے متناسب ہوتی ہے۔ ان نقاط کی درمیانی تفصیل جریب اور زاویہ گیر سے[۱]، یا جریب اور منشوری کمپاس سے، یا تختہ مسطح کے طریقوں سے

[۱] زاویہ گیر کے متعلق اس کتاب کا حصہ اول، باب سوم دیکھا جائے۔

جو باب ششم حصۂ اول میں دیے گئے ہیں پیمائش کر کے بھر دی جاتی ہے۔
اگر علمِ مثلث کی مدد سے کسی ملک کی باقاعدہ پیمائش کا حال معلوم کرنا ہو تو وہ اس کتاب سے زیادہ بڑی بڑی کتابوں کے مطالعہ سے معلوم ہو سکتا ہے۔ اس کتاب میں جو کچھ بیان کیا جائیگا وہ صرف اُسی قدر پیمائش کے متعلق ہے جو ۵ انچ کے زاویہ گیر سے کی جا سکتی ہے، اور جب کہ پیمائش کنندہ کو صرف چند ہی میل کا علاقہ صحت کے ساتھ پیمائش کرنا مطلوب ہوتا ہے۔

اس طریقِ عمل کے مندرجۂ ذیل عام حالات تختی ۱ کے ملاحظہ سے زیادہ واضح طور پر سمجھ میں آ جائینگے۔ آگے چل کر معلوم ہو جائیگا کہ حسابات سے جوں جوں ان کی تشریح ہوتی جائیگی گو وہ کافی سادہ ہیں مگر کسی قدر پیچیدہ ہیں اور ان کو باقاعدہ مخصوص تختوں میں درج کرنے کی ضرورت ہے تاکہ ابتدا ہی سے صحت کی تکمیل ہوتی رہے اور دوسرا شمار کنندہ بھی اس کو پڑتال کر سکے۔

۲۔ بنیادی خط ——— اس کی ناپ کے لیے مناسب موقع قائم کرنے کی صورت میں ایک ایسا ہموار قطعہ آراضی انتخاب کرنا چاہیے جہاں بنیادی خط کے دونوں سرے مثلثی مقامات سے بخوبی نمایاں ہوں۔ بنیادی خط جہاں تک ممکن ہو پیمائش کے وسط کے قریب ہو لیکن ایسا ہونا قطعی ضروری نہیں ہے۔ پیمائش کی جس وسعت کے متعلق اوپر ذکر کیا گیا ہے اس کے لیے دو ہزار فٹ کی لمبائی کافی ہوگی اور مثلثوں کے اضلاع کا طول ایک میل یا اس سے بھی زائد تک بڑھایا جا سکتا ہے۔ اِسی خیال سے خاکہ میں (تختی ۱ ملاحظہ ہو) ا ب کو بنیادی خط منتخب کیا گیا ہے۔        (۲)

**بنیادی خط کا ناپنا** ——— ناپنے کا عمل، چونکہ اس پر تمام پیمائش کا دارومدار ہوتا ہے، آلاتِ زیرِ کار کی مدد سے، جس قدر بھی ممکن ہو بہت احتیاط اور صحت سے ہونا چاہیے۔ اس کے حصول کے لیے زمین کا ڈھال ناپنا

چاہیے تاکہ سطحی پیمائش کو اُس کے اُفقی معادل میں تحویل کر لیا جائے۔ اور اگر ڈھالوں میں تبدیلی واقع ہو تو اُن نقاط کو جہاں جہاں پر تبدیلی ہو درج کر لینا چاہیے اور مختلف ڈھالوں کو تختہ ا میں تحریر کر لینا چاہیے۔ ان ڈھالوں کی پیمائش یوں کی جاتی ہے کہ زاویہ گیر کو ڈھال کے ایک سرے پر رکھ لیا جاتا ہے اور دوسرے سرے پر ایک گز (نمبر چوب) مع ایک نشست پٹی کے جو آلہ کے ارتفاع پر قائم کر دی جاتی ہے بھیج دیا جاتا ہے۔ اگر کوئی خطا آلے کے ارتفاعی صفر میں موجود ہے تو اُس کو زائل کرنے کی دو صورتیں ہیں: یا تو ڈھال کو دونوں سمتوں میں پڑھ لیا جائے اور دونوں کی اوسط نکال لی جائے یا ڈھال کو دو بار پڑھا جائے ایک دفعہ آلے کے ایک رُخ پر اور دوسری دفعہ آلے کے پلٹے ہوئے رُخ پر اور پھر اس کا اوسط لے لیا جائے۔ جب ڈھال میں تبدیلی بار بار پائی جائے تو موخر الذکر طریقے سے کام کرنے سے تکلیف اور وقت میں بچت رہیگی اور آلے کو ایک ایک مقام چھوڑ کر (یعنی تبادل مقامات پر) قائم کرنا پڑیگا۔

بنیادی خط کے ناپنے میں جب معمولی جریب سے کام لیا جائے جیساکہ ایسے پیمائشی کام میں لیا جاتا ہے تو جریب کو معیار سے مقابلہ کر لینا چاہیے اور ناپنے کے کام سے پہلے اس کی لمبائی کو درست کر لینا چاہیے۔ پیمائش کے بعد جریب کا پھر امتحان کر لینا چاہیے اور اگر کوئی فرق معلوم ہو تو پیمائش کو رد کر دینا چاہیے۔

بنیادی خط کو ایک ہی دن میں دو بار ناپنا چاہیے اور ان دونوں ناپوں کی اوسط لینی چاہیے۔ اگر بنیادی خط کا طول زیادہ ہو تو اس کو موزوں قطعوں میں تقسیم کر لینا چاہیے۔

اگر اِن دونوں ناپوں کی لمبائی میں کوئی فرق ہو تو اس فرق کو صرف آخری ڈھال میں پڑتا ہوا دکھایا جائے اور ناپوں کو تمام بنیادی خط میں یا ایک دن میں جو ناپ کا کام کیا گیا ہے۔ جو صورت بھی ہو مسلسل جاری رکھنا چاہیے۔ اس سے ممکن ہے کہ اُن نقاط کے محل میں فرق آجائے

جن پر ڈھال کی تبدیلی ہو گئی ہے۔ لیکن یہ فرق اس قدر قلیل ہوگا کہ کوئی قابل لحاظ خطا اُفقی حل شدہ لمبائی میں پیدا نہ ہوگی۔ تختہ ۱ جس میں بنیادی خط کو ناپنے کا طریقہ جب کہ معمولی جریب سے کام لیا جائے درج ہے کتاب کی اس اشاعت میں تبدیل کر دیا گیا ہے۔ تختہ جو یہاں دیا گیا ہے وہ ہے جو طلباء پچھلے چند سال سے رُڑکی میں ایک مختصر سی مثلثی پیمائش میں استعمال کرتے رہے ہیں۔ اس تختہ میں صرف موقع کی پیمائش کے خانے دیے گئے ہیں اس لیے کہ پیمائش بیاض میں حسابی عمل نہ کرنا پڑے۔ خانۂ کیفیت میں جریب کی پڑتال کے جو طریقے استعمال کیے گئے ہیں مع نتائج کے بیان کرنے چاہییں۔ اور وہ طریقہ بھی درج کر دینا چاہیے جو بنیاد کی لمبائی میں جریب کی سالم تعداد سے متجاوز زیادتی یا کمی کے ناپنے کا اختیار کیا گیا ہے۔ جس پیمائشی کام میں بہت زیادہ صحت مطلوب ہو اور اُس پیمائش میں جو زیادہ وسعت حاصل کرنے والی ہو بنیادی خط کی ناپ کو اوسط سطح سمندر کی قیمتوں میں تبدیل کر دینا چاہیے (دیکھو ضمیمہ ۸)۔

(۴) بنیادی خطوط جن میں صحت بدرجہ غایت پائی جاتی ہے ان میں سے کچھ بیزل (Bessel) کی متلافی سلاخوں[1] سے ناپے گئے ہیں اور یہاں ان متلافی سلاخوں کا بیان بے محل نہ ہوگا۔

شکل ۱

ا ب ع ج د ل

[1] Compensated rods

ا ب اور ج د دو فولادی سلاخیں ہیں (شکل ۱) جن میں سے ہر ایک کی لمبائی تقریباً ل کے برابر ہے - یہ دونوں ایک جستی سلاخ ع ف سے ع اور ف سروں پر ا ع اور ج ف پتروں کی مدد سے جُڑی ہوئی ہیں - ا ب اور ج د کا پھیلاؤ جس سے ل میں زیادتی ہو جاتی ہے ع ف کی مخالف سمتوں میں پھیلاؤ سے زائل ہو جاتی ہے - اس پھیلاؤ سے ا د اور ب ج فاصلوں میں کمی پیدا ہونے لگتی ہے یعنی سرے ب اور د سلاخ کے مرکز کی طرف کھنچ جاتے ہیں - اس متلافی سلاخ میں جست کا حصہ فولاد کے مخالف مساویانہ عمل کرتا ہے - اس کی یہ صورت ہوتی ہے:

فولاد کا پھیلاؤ = $\frac{۱}{۸۴۰}$ لمبان کا ۱۸۰ درجہ حرارت پر

جست کا پھیلاؤ = $\frac{۱}{۳۴۴}$ لمبان کا ۱۸۰ درجہ حرارت پر

کُل پھیلاؤ فولاد کا = $\frac{\text{اب} + \text{ج د}}{۸۴۰}$ ۱۸۰ درجہ حرارت پر

اور کُل پھیلاؤ جست کا = $\frac{\text{ع ف}}{۳۴۴}$ " " "

لیکن ل + ع ف = اب + ج د لہٰذا $\frac{\text{ل} + \text{ع ف}}{۸۴۰} = \frac{\text{ع ف}}{۳۴۴}$

اس سے ع ف = $\frac{\text{ل} \times ۳۴۴}{۴۹۶}$ پس اگر ل = ۱۰ فٹ تو ع ف

یعنی جست کی سلاخ کی لمبان = $\frac{۳۴۴۰}{۴۹۶}$ = ۶ فٹ ۱۱،۲ انچ

معمولی بنیادی خط کے اوسط نتائج کے لیے فولادی فیتے سے بھی کام لینا کافی ہوگا اور اس سے زیادہ صحت اِن وار ٹیپ (Invartape) کے استعمال سے ہو سکتی ہے، اس سے $\frac{۱}{۱۰}$ انچ فی میل تک کی صحت حاصل ہو جاتی ہے اور اِن وار (Invar) کی سلاخوں سے $\frac{۱}{۲۵۰۰۰۰}$ حصہ کل ناپ شدہ لمبان تک کی صحت حاصل ہو جاتی ہے یعنی تقریباً $\frac{۱}{۴}$ انچ ایک میل میں۔

جن پر ڈھال کی تبدیلی ہوگئی ہے ۔ لیکن یہ فرق اس قدر قلیل ہوگا کہ کوئی قابلِ لحاظ خطا اُفقی حل شدہ لمبائی میں پیدا نہ ہوگی ۔ تختہ ا جس میں بنیادی خط کو ناپنے کا طریقہ جب کہ معمولی جریب سے کام لیا جائے درج ہے کتاب کی اس اشاعت میں تبدیل کر دیا گیا ہے تختہ جو یہاں دیا گیا ہے وہ ہے جو طلباء پچھلے چند سال سے رُڑکی میں ایک مختصر سی مثلثی پیمائش میں استعمال کرتے رہے ہیں ۔ اس تختہ میں صرف موقع کی پیمائش کے خانے دیے گئے ہیں اس لیے کہ پیمائش بیاض میں حسابی عمل نہ کرنا پڑے ۔ خانۂ کیفیت میں جریب کی پڑتال کے جو طریقے استعمال کیے گئے ہیں مع نتائج کے بیان کرنے چاہییں ۔ اور وہ طریقہ بھی درج کر دینا چاہیے جو بنیاد کی لمبائی میں جریب کی سالم تعداد سے متجاوز زیادتی یا کمی کے ناپنے کا اختیار کیا گیا ہے ۔ جس پیمائشی کام میں بہت زیادہ صحت مطلوب ہو اور اُس پیمائش میں جو زیادہ وسعت حاصل کرنے والی ہو بنیادی خط کی ناپ کو اوسط سطح سمندر کی قیمتوں میں تبدیل کر دینا چاہیے (دیکھو ضمیمہ ۸) ۔

(۴) بنیادی خطوط جن میں صحت بدرجہ غایت پائی جاتی ہے ان میں سے کچھ بیزل (Bessel) کی متلافی سلاخوں[1] سے ناپے گئے ہیں اور یہاں ان متلافی سلاخوں کا بیان بے محل نہ ہوگا ۔

شکل ۱

ا ب ع ف د ج ل

---

[1] Compensated rods

اب اور ج د دو فولادی سلاخیں ہیں (شکل عـ۱) جن میں سے ہر ایک کی لمبائی تقریباً ل کے برابر ہے - یہ دونوں ایک جستی سلاخ ع ف سے ع اور ف سروں پر اع اور ج ف پتروں کی مدد سے جڑی ہوئی ہیں - اب اور ج د کا پھیلاؤ جس سے ل میں زیادتی ہو جاتی ہے ع ف کی مخالف سمتوں میں پھیلاؤ سے زائل ہو جاتی ہے - اس پھیلاؤ سے اد اور ب ج فاصلوں میں کمی پیدا ہونے لگتی ہے یعنی سرے ب اور د سلاخ کے مرکز کی طرف کھنچ جاتے ہیں - اس متلافی سلاخ میں جست کا حصہ فولاد کے مخالف مساویانہ عمل کرتا ہے - اس کی یہ صورت ہوتی ہے :

فولاد کا پھیلاؤ = $\frac{۱}{۸۴۰}$ لمبان کا ۱۸۰ درجہ حرارت پر

جست کا پھیلاؤ = $\frac{۱}{۳۴۴}$ لمبان کا ۱۸۰ درجہ حرارت پر

کُل پھیلاؤ فولاد کا = $\frac{\text{اب + ج د}}{۸۴۰}$ ۱۸۰ درجہ حرارت پر

اور کُل پھیلاؤ جست کا = $\frac{\text{ع ف}}{۳۴۴}$ 〃 〃 〃 〃

لیکن ل + ع ف = اب + ج د لہذا $\frac{\text{ل + ع ف}}{۸۴۰} = \frac{\text{ع ف}}{۳۴۴}$

اس سے ع ف = $\frac{\text{ل} \times ۳۴۴}{۴۹۶}$ پس اگر ل = ۱۰ فٹ تو ع ف

یعنی جست کی سلاخ کی لمبان = $\frac{۳۴۴۰}{۴۹۶}$ = ۶ فٹ ۲ء۱۱ انچ

معمولی بنیادی خط کے اوسط نتائج کے لیے فولادی فیتے سے بھی کام لینا کافی ہوگا اور اس سے زیادہ صحت اِن وار ٹیپ (Invartape) کے استعمال سے ہو سکتی ہے، اس سے $\frac{۱}{۱۰}$ انچ فی میل تک کی صحت حاصل ہو جاتی ہے اور اِن وار (Invar) کی سلاخوں سے $\frac{۱}{۲۵۰۰۰۰۰}$ حصہ کل ناپ شدہ لمبان تک کی صحت حاصل ہو جاتی ہے یعنی تقریباً $\frac{۱}{۴۰}$ انچ ایک میل میں -

(۴)

# تختہ ۱ (پیمائش بیاض)

رُڑکی میدان پر ایک بنیادی خط کا ناپ ۱۰۰ فٹ والی جریب کے ساتھ

تاریخ ناپ ——————

| از | تا | فاصلہ | انتصابی زاویہ: درجے | انتصابی زاویہ: ا | | انتصابی زاویہ: ب | | کیفیت | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ا | ۱ | ۳۰۰ | + ۰ | ۹ | ۳۰ | ۱۰ | ۰ | چڑھائی | جریب قبل از ناپ ۱۰۰٫۰۰ فٹ بعد از ناپ ۱۰۰٫۱۰ فٹ اوسط ۱۰۰٫۰۵ فٹ |
| | | ۳۰۰ | + ۰ | ۱۰ | ۰ | ۹ | ۰ | | |
| ۱ | ۲ | ۶۰۰ | + ۰ | ۳ | ۰ | ۴ | ۳۰ | چڑھائی | |
| | | ۶۰۰ | + ۰ | ۳ | ۰ | ۳ | ۰ | | |
| ۲ | ۳ | ۳۰۰ | − ۰ | ۴۷ | ۰ | ۴۷ | ۰ | اُتار | |
| | | ۳۰۰ | − ۰ | ۴۶ | ۳۰ | ۴۷ | ۰ | | |
| ۳ | ۴ | ۴۰۰ | + ۰ | ۲۶ | ۰ | ۲۷ | ۰ | چڑھائی | ۱۹ سالم جریبوں سے متجاوز زیادتی کو لیوی گزوں سے ناپا گیا ہے۔ |
| | | ۴۰۰ | + ۰ | ۲۶ | ۰ | ۲۶ | ۰ | | |
| ۴ | ب | ۳۱۸٫۵۶ | − ۰ | ۱۹ | ۳۰ | ۱۹ | ۳۰ | اُتار | |
| | | ۳۱۸٫۷۵ | − ۰ | ۱۹ | ۰ | ۱۹ | ۰ | | |

نوٹ۔ علامت + یا − بہ لحاظ انتصابی زاویہ کے چڑھائی یا اُتار کی سمتِ ناپ میں ہونے کی دی گئی ہے۔

(۵)

# تختۂ ب (حسابی عمل کی بیاض)

## بنیادی خط کی تحویل

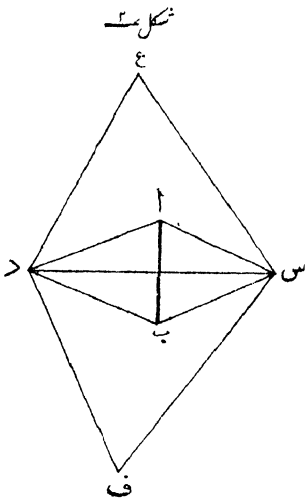
| مقامات جات | ناپے ہوئے فاصلے فٹوں میں | زمین کا ڈھال | لوکارثمی حسابی عمل | | افقی فاصلے فٹوں میں | اضافی ارتفاع فٹوں میں | تحویلی لیول | کیفیت |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | ۱۰۰٫۰۰۰ | بنیادی خط کا شمالی سرا |
| ۱ | ۳۰۰ | +۰° ۹′ ۳۰″ | ۱̄٫۹۹۹۹۹۸۰۳ | لوک جم | | | | |
| | | | ۲٫۴۷۷۱۲۱۳ | | | | | |
| | | | ۲٫۴۷۷۱۱۹۶ | | ۲۹۹٫۹۹۹ | | | |
| | | | ۳̄٫۴۴۴۶۷۵۱۸ | لوک مس | | | | |
| | | | ۱̄٫۹۲۳۸۷۱۴ | | | +۰٫۸۳۹ | ۱۰۰٫۸۳۹ | |
| ۲ | ۶۰۰ | +۰° ۲′ ۵۲″ | ۱̄٫۹۹۹۹۹۹۸ | | | | | |
| | | | ۲٫۷۷۸۱۵۱۳ | | | | | |
| | | | ۲٫۷۷۸۱۵۱۱ | | ۶۰۰٫۰۰۰ | | | |
| | | | ۴̄٫۹۲۱۱۰۳۴ | | | | | |
| | | | ۱̄٫۶۹۹۲۵۴۵ | | | +۰٫۵۰۰ | ۱۰۱٫۳۳۹ | |
| ۳ | ۳۰۰ | −۰° ۳۶′ ۵۲″ | ۱̄٫۹۹۹۹۵۹۶ | | | | | |
| | | | ۲٫۴۷۷۱۲۱۳ | | | | | |
| | | | ۲٫۴۷۷۰۸۰۹ | | ۲۹۹٫۹۷۲ | | | |
| | | | ۲̄٫۱۳۴۶۱۷۱ | | | | | |
| | | | ۰٫۶۱۱۶۹۸۰ | | | −۴٫۰۹۰ | ۹۷٫۲۴۹ | |
| ۴ | ۴۰۰ | +۰° ۲۶′ ۱۵″ | ۱̄٫۹۹۹۹۸۷۳ | | | | | |
| | | | ۲٫۶۰۲۰۶۰۰ | | | | | |
| | | | ۲٫۶۰۲۰۴۷۳ | | ۳۹۹٫۹۸۸ | | | |
| | | | ۳̄٫۸۸۲۸۹۳۹ | | | | | |
| | | | ۰٫۴۸۴۹۱۱۲ | | | +۳٫۰۵۴ | ۱۰۰٫۳۰۳ | |
| ۵ | ۳۱۸٫۶۵۵ | −۰° ۱۹′ ۱۵″ | ۱̄٫۹۹۹۹۹۳۲ | | | | | |
| | | | ۲٫۵۰۳۳۲۰۸ | | | | | |
| | | | ۲٫۵۰۳۳۱۴۰ | | ۳۱۸٫۶۵۰ | | | |
| | | | ۳̄٫۷۴۸۱۶۱۴ | | | | | |
| | | | ۰٫۲۵۱۴۷۵۴ | | | −۱٫۷۸۴ | ۹۸٫۵۱۹ | خطِ بنیاد کا جنوبی سرا |
| | | | | | ۱۹۱۸٫۶۰۹ | | | |

جریب کی لمبائی = ۱۰۰٫۰۵ فٹ ∴ بنیادی خط کی حقیقی لمبائی = $\frac{۱۹۱۸٫۶۰۹ \times ۱۰۰٫۰۵}{۱۰۰٫۰۰}$ = ۱۹۱۹٫۵۷ فٹ

(۶)

## (۳) سڈول مثلثیں ـــــ مثلثی مقامات کا انتخاب سڈول

مثلثیں بنانے کے خیال سے کرنا چاہیے، یعنی ایسے مثلث بنائے جائیں جن کے زاویوں میں سے کوئی زاویہ بھی ۳۰ درجہ سے کم نہ ہو۔ مثلث جس قدر متساوی الاضلاع کے قریب قریب ہوتا ہے اتنا ہی زیادہ اچھا ہوتا ہے۔ مثلثوں کے اضلاع ناپے ہوئے قاعدہ سے شروع ہوکر جس قدر بسرعت ممکن ہو سکے بڑھنے چاہئیں۔ ساتھ کی شکل (۲) میں وہ ترتیب دکھائی گئی ہے کہ جس پر عمل کرنے سے کوئی بے ڈول مثلث ان مثلثوں میں داخل نہیں ہو سکتا۔

ا ب ایک ناپا ہوا بنیادی خط ہے اور س اور د قریب ترین مثلثی نقاط ہیں۔ تمام زاویوں کا چونکہ مشاہدہ کر لیا گیا ہے اور ا ب کا طول ناپ لیا گیا ہے اس لیے د ا ب اور س ا ب دونوں مثلثوں کو حسابی عمل سے حل کر سکتے ہیں۔ د س کو دونوں مثلثوں د ا س اور د ب س سے معلوم کر سکتے ہیں (دو اضلاع اور زاویہ درمیانی ہر ایک مثلث میں معلوم ہے) ایسی صورت میں ایک حسابی عمل دوسرے حسابی عمل کی پڑتال کا کام دے سکتا ہے۔ خط د س سے دوبارہ قاعدہ کا کام لیا جاتا ہے اور اس سے مثلثی مقامات ع اور ف کے فاصلے د اور س سے معلوم کر لیے جاتے ہیں اور یہ خطوط ع د، ع س، د ف، س ف بطور جدید قاعدوں کے مثلثائی کی توسیع میں

کام میں لائے جاسکتے ہیں۔ یا اگر یہ کافی بڑی تعداد میں نہیں ہیں تو عرف فاصلے کو حل کیا جاسکتا ہے اور بطور بنیادی خط کے یا کسی مثلث کے قاعدہ کے استعمال کیا جا سکتا ہے ۔ بنیادی خط سے کام شروع کرنے کا یہی طریقہ عام طور پر استعمال کیا جاتا ہے اور اُس وقت تک کام دیتا ہے جب تک کہ زمین زیر پیمائش کی حالت پیمائشی کام میں رکاوٹ پیدا نہ کردے ۔

۴ - **مقامے** ——— باقی کے مثلثی مقاموں کو تمام پیمائش پر اس لحاظ سے کہ زمین کی حالت بہترین طریق پر موافق رہے ترتیب سے مقرر کر لینا چاہیے ۔ اور اس بات کا بہت خیال رکھنا چاہیے کہ پیمائش میں کوئی نقطہ ان مقامات میں سے کسی ایک سے بھی زیادہ فاصلہ پر نہ جا پڑے ۔

۵ - **علامات یا اشارے** ——— اشارے دو قسم کے ہوتے ہیں ۔ روشن اور غیر شفاف ۔ روشن اشارے یا تو ہیلیو ٹروپس (Heliotropes) یا قندیل ہوتے ہیں ۔ اور سورج کی منعکس روشنی یا قندیل کی روشنی ایک سیدھ پتی میں سے ڈالی جاتی ہے ۔ یہ سیدھ پتی مقامہ کے نشان پر عمود وار شاقول کے ذریعہ کی جاتی ہے ۔

ہیلیو ٹروپ (Heliotrope) ایک مدور آئینہ ہوتا ہے جس کی قلعی دار پشت کے مرکزی حصے پر سے قلعی کھرچ دی جاتی ہے ۔ یہ مرکزی جگہ خط ملانے کے لیے جھانکی کا کام دیتی ہے ۔ جب سیدھ پتی کو جھانکی میں سے خط میں کر لیا جاتا ہے اور آئینہ کو جھکا کر سورج کے سامنے اس طرح کر لیا جاتا ہے کہ سورج کی کرنیں سیدھ پتی پر پڑتی رہیں تو قلعی کھرچا ہوا حصہ ایک کالا نقطہ معلوم ہونے لگتا ہے ۔ اور جب یہ نقطہ خط نظر میں کر لیا جاتا ہے تو سورج کا عکس مشاہد تک پہنچ جاتا ہے ۔

غیر شفاف علامات یا اشاروں میں بہترین علامت بانس اور برش ہے، یا گھاس کو ایک کوچی کی شکل میں باندھ کر بانس اس کے اندر باندھ دیتے ہیں یا صلیب کی شکل میں گھاس کو بانس پر باندھ لیا جاتا ہے ۔ دو معمولی جھاؤ کی ٹوکریوں کو منہ کی طرف سے ایک دوسری پر رکھ کر ایک بانس بیچ

(۷)

میں سے گزار دیتے ہیں اس طور سے بھی اعلیٰ درجہ کی علامت بن جاتی ہے۔
جھنڈی کو مقامہ کے نشان پر عمودی حالت میں کھڑا کر دیا جاتا ہے اور پتھروں کا ایک چبوترہ اس کے چاروں طرف لگا دیا جاتا ہے تاکہ وہ سیدھی قائم ہو جائے۔ اگر یہ علامت کسی مقامہ پر جنگل میں یا نشیبی زمین میں ہے تو اس پر سفیدی کر دینے میں فائدہ رہیگا کیونکہ پھر یہ کالی زمین پر خوب نظر آئیگی۔
بعض اوقات پہاڑی علاقہ میں ایسا اتفاق ہو جاتا ہے کہ ایک مقامہ جو میدانی علاقہ میں واقع ہو اور بعض معاون نقاط کے تقاطع ثانوی کے لیے بہت مفید معلوم ہوتا ہو تو اُس وقت زنکل نما پھولداری یا ملازمین کا خیمہ بڑی اچھی پیمائشی علامت ثابت ہوتی ہے۔
درخت جن پر بُرش باندھ دیے جاتے ہیں یا جھنڈیاں بلند کر دی جاتی ہیں علامات کا کام بہت اچھا دیتے ہیں۔

**(۶) زاویوں کا مشاہدہ کرنا** ——— تمام مقامے پسند کر لینے کے بعد اور اُن پر علامات قائم کرنے کے بعد تمام مثلثوں کے زاویے ایک زاویہ گیر سے پڑھ لینے چاہییں۔ اور زمین کی اضافی بلندیاں مختلف مقامہ جات پر معلوم کرنے کے لیے انتصابی زاویے بھی پڑھنے چاہییں۔ ہر ایک مقامہ پر سے یکے بعد دیگرے زاویے بہ طریق ذیل پڑھے جاتے ہیں:- زمین پر جو نشان مقامہ کے نقطہ کو ظاہر کرتا ہے اُس کے اُوپر زاویہ گیر کو عین مرکزی حالت میں قائم کر لیا جاتا ہے اور یہ علامت کے عین نیچے انتصابی حالت میں واقع ہوتا ہے۔
جب علامت بلندی پر ہو تو اُس وقت نقطہ کے معلوم کرنے کا طریقہ یہ ہے:- علامت سے زاویہ گیر کو تھوڑے فاصلہ پر رکھو اور اُس کو لیول کرنے کے بعد تاروں کے تقاطع کو علامت پر قائم کر دو دونوں زیرین تختیوں کو کس دو اور دُوربین کو جھکاؤ یہاں تک کہ یہ زمین کو علامت سے ایک فٹ یا ایک سے زائد فٹ پرے کاٹے۔ اس نقطہ پر نشان کر دو اور زاویہ گیر سے یہاں تک

جریب پھیلا دو ۔ اب زاویہ گیر کو اُٹھا کر تھوڑی دُور دُوسرے مقام پر لے جاؤ اس طرح پر کہ اس کی اور علامت کی سمت، پچھلی سمت سے تقریباً زاویۂ قائمہ بنائے، اب پھر وہی عمل کرو ۔ دونوں خطوں کا نقطۂ تقاطع علامت کے نیچے بالکل انتصابی حالت میں ہوگا ۔

زاویہ گیر کی تپائی کی ٹانگیں زمین میں اچھی طرح گاڑ دو اور یہ دیکھو کہ ہلتی تو نہیں ۔ اس کے بعد آلہ کو شاقولی حالت میں مقامہ پر لاؤ اور پیچ پایوں سے لیول کر لو ۔ اگر کام کا حسابی عمل کرنا ہے یعنی مقناطیسی سہارے پر قائم کرنا ہے تو مقناطیسی کمپاس لگا دو ۔ اور دونوں تختیوں کو صفر درجہ پر باندھ دو۔ س شکنجے کو (دیکھو تختی ۲) کھول دو اور آلے کو گھماؤ یہاں تک کہ سوئی کا رُخ شمال اور جنوب میں ہو جائے ۔ س کو کس دو اور س کو کھول دو اور تقاطع کرو اور صفر مقامہ کو پڑھ لو ۔ یہ مقروۂ صفر مقامہ کی سمت کو مقناطیسی شمال سے ظاہر کریگا، یا بالفاظِ دیگر یہ صفر مقامہ کی مقناطیسی جہت ہو گی جس کو تختے س میں درج کر لو ۔

(۸) (ا) **صفر مقامہ** وہ مقامہ کہلاتا ہے کہ جس کو مُشاہِد اپنے کام کی ابتدا کرنے کے لیے پسند کرتا ہے اور جس پر وہ اپنے مشاہدات کے دَور ختم کرتا ہے ۔

(ب) **صفر پر ثبت کرنا** ——— یہ ایک خاص اصطلاح ہے جس کے معنی یہ ہیں کہ صفر مقامہ کسی خاص مقروۂ پر ثبت کیا گیا ہے ۔ جب ایک زاویہ گیر میں دو کسر پیما ہوتے ہیں تو ایک دوسرے کی جگہ پر آجاتا ہے ۔ لیکن جب تین کسر پیما والا آلہ ہو تو رُخ کی تبدیلی کے معنی صفر کی تبدیلی بھی ہوتی ہے ۔

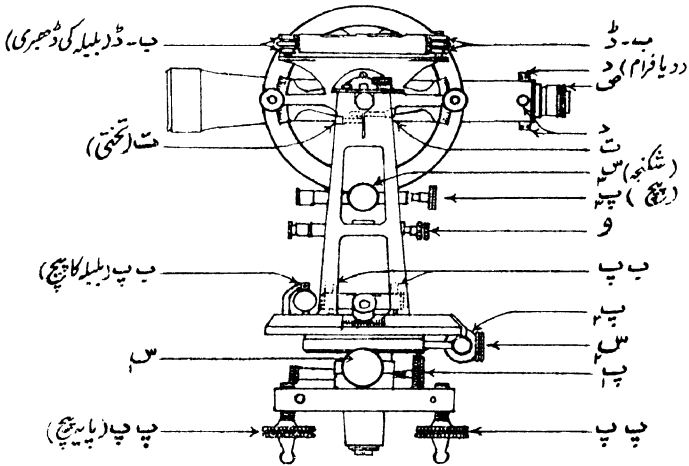
(ج) صفروں کے متعلق قاعدہ یہ ہے :۔ اگر صفر مقامہ ابتدا میں صفر درجہ پر قائم کیا گیا ہے تو پھر دوسرا صفر اس قاعدہ سے ثبت کیا جائیگا ۔

$$\frac{۳۶۰}{\text{کسر پیماؤں کی تعداد} \times \text{زاویوں کے ثبت کی تعداد}}$$

صفروں کی اس تبدیلی سے یعنی ایک، دو، تین یا اس سے زائد صفروں سے مشاہدہ کرنے سے وہ تمام خطائیں جو قوس کے حصوں کی درجہ بندی میں ہوں زائل ہو جاتی ہیں اس لیے کہ زاویے قوس کے مختلف حصوں پر پڑھے جاتے ہیں - اس وقت جو پیمائشی کام زیر بحث ہے اس کے لیے اور انجنیری کاموں کے لیے عام طور پر صفر درجہ اور ۹۰ درجہ کو دو صفروں کے ثبت کرنے کے لیے لے لیا جاتا ہے اور دو صفر ہی کافی ثابت ہونگے -

(۷) **تختہ بج** - یہ تختہ مثلثائی بیاض کی نقل ہوتی ہے - اور ایک صفحہ پر اُفقی زاویوں کے لیے جگہ ہے یعنی دو صفروں پر صفر درجہ پر اور ۹۰ درجہ پر اور دو دو رخ پر دونوں صفروں کے لیے، علاوہ ازیں انتصابی زاویوں کے لیے آنے کے دونوں چہروں پر -

**ترکیب عمل** ——— بالائی تختی س کو کس دو اس طرح پر کہ اکسر پیما دائیں "چہرہ" پر ہو (یعنی کسر پیما قوس کے نیچے والا ہو) اور صفر کو ۰° ۰' ۰" پر قائم کر دیا جائے یا اس سے زیادہ اچھا یہ ہے کہ ۰° ۰' ۰" سے ذرا زیادہ زاویہ لیا جائے اور زیرین تختی کو کھول کر دُوربین کو صفر مقامہ کی سیدھ میں کر دو - شکنجہ س کو کس کر زیرین تختی کے ت کا سُست حرکت پیچ سے تقاطع کرو - زیرین تختی کو جس وقت تک کہ دونوں رُخوں پر اس صفر مقامہ کو نہ پڑھ لیا جائے بالکل ہاتھ نہیں لگانا چاہیے - بالائی تختی کو کھول دو اور دوسرے مقامہ کو دُوربین کو آہستہ آہستہ سمت ساعت میں سرکا کر بغیر اس کے کہ مقامہ سے پرے نکلے پڑھ لو، اس سمت کو دائیں گردش یا چکر کہا جاتا ہے، شمار پڑھ لو اور درج کر لو اور اسی طرح اور مقاموں کے ساتھ بھی عمل کرو اور آخر میں صفر مقامہ پر آ جاؤ اور تقاطع کرو - اس بات کی احتیاط رکھنی چاہیے کہ مشاہد صفر مقام پر آہستہ آہستہ آئے اور اس کے آگے نہ نکل جائے بلکہ سست حرکت پیچ ت۱ کو چلا کر اس کو کاٹے - اور شمار پڑھ کر درج کر لے - اب بالائی

## تختی ۔ ۲

ب ۔ ڈ (بلبلہ کی ڈھبری)
ب ۔ ڈ
د (دیافرام)
ص
د
ت (تختی)
ت
(شکنجہ) س
(پیچ) پ
و
ب پ (بلبلہ کا پیچ)
ب پ
پ
س
س
پ
پ پ (پایہ پیچ)
پ پ
E. R. Watts & Son London

تختی کو کھول دو اور دُوربین کو اپنے سہاروں پر مروڑ کر صفر مقامہ پر لاؤ بغیر مقامہ سے آگے نکلے، یہ سمتِ خلاف سمتِ ساعت ہوگی اور اس کو بائیں "گردش" کہتے ہیں، اس طرح افقی زاویوں کو بہ احتیاط رکھ کر کہ دُوربین مقامہ سے آگے نہ نکل جائے پڑھتے رہو اور آخرکار صفر مقامہ پر کام کو بند کر دو اور زاویوں کو ب ۱۸۰ درجہ والے خانے کے نیچے والی سطر سے شروع کر کے اوپر کی طرف لکھتے جاؤ ۔ اس طرح ایک دَور زاویوں کا پڑھ لیا جاتا ہے ۔ بالائی شکنجہ اب کھول دیا جاتا ہے اور دُوربین کو انتصاباً چکر دیا جاتا ہے اور کسر پیما ا ۹۰ درجہ یا اس سے کچھ زائد پر قائم کر دیا جاتا ہے۔ بالائی شکنجہ س کو باندھ دیا جاتا ہے اور زیرین شکنجہ س کو کھول دیا جاتا ہے اور صفر مقامہ کو میدانِ نگاہ میں سمتِ ساعت میں چکر دے کر لایا جاتا ہے اور زاویوں کا مشاہدہ پہلے جُٹ کی طرح کر لیا جاتا ہے ۔ (۹)

اوسط صفر مقامہ کو ۰ ۰ ۰ مان کر لیے جاتے ہیں اور ان کو ابتدائی اور اختتامی شمار جو اندراج شدہ ہیں اُن کی اوسط کو اس ہی مشاہدہ کی مقداریں سے تفریق کرنے سے نکالا جاتا ہے ۔ "اوسط کُلّی" اِن تمام اوسطوں کی اوسط ہوتی ہے ۔

مشاہدے آلے کے دونوں "رُخوں" پر کیے جاتے ہیں تاکہ اُفقیت میں جو دُوربین کی محوری خطا ہو وہ زائل ہو جائے ۔ اور دو یا دو سے زائد صفروں پر مشاہدہ کرنے سے یہ فائدہ ہے کہ درجہ بندی کی خطا دُور ہو جاتی ہے، اور دائیں اور بائیں "چکر" پر یا مخالف سمتوں میں پڑھنے سے کسر پیماؤں کی خطا جو عضو پر "کھینچ" (drag) کی وجہ سے ہو دُور ہو جاتی ہے ۔

انتصابی زاویے اور افقی زاویے ایک ہی وقت میں نہیں پڑھنے چاہییں ۔ ان کے پڑھنے اور شمار کرنے کا طریقہ بہت سیدھا سادہ ہے ۔یعنی ا کسر پیما ہمیشہ دُوربین کے داہنے کی طرف ہوتا ہے ۔

انتصابی زاویوں کو ختم کرنے کے بعد محورِ دُوربین کے ارتفاع کو لکھ لو اور مقامہ کے نشان سے علامت کی بلندی کو، اور مقامہ کے حال کو

صاف اور مختصر طور پر لکھ لو یہ تحریر ایسی ہو کہ اس میں کوئی شک و شبہہ نشان کے محل میں باقی نہ رہ جائے ۔ نشان کو اکثر نظر سے بچا کر زمین میں دبا دیا جاتا ہے تاکہ نگاہ سے اوجھل ہو جائے اور برباد نہ ہو جائے ۔

## احتیاطیں جو مثلث بندی میں برتنی چاہییں

آلہ کو بالکل صحیح صحیح مقام کے نقطے پر قائم کرنا چاہیے خاص کر ملازمین اور خلاصیوں، وغیرہ، کے سامنے ' یہ لوگ اگر تم کو اس معاملہ میں بے ڈھنگا اور لاپروا دیکھینگے تو کبھی یہ تکلیف گوارا نہ کرینگے کہ شاقولی نشان یا روشنی کا نشان صحیح محل پر دیں ۔ شاقول کو اُتار لینا چاہیے کیونکہ اگر یہ ہوا میں لٹکتا رہ جائیگا تو آلہ میں لرزش پیدا کر دیگا ۔ زاویہ گیر کو لیول کر لو اور کسر پیماؤں کو نرم برش سے صاف کر لو اور شکنجہ پیچ کو صرف اس قدر کسنا چاہیے کہ اس میں کافی پکڑ پیدا ہو جائے اور ایک ہلکا دباؤ اُلٹی سمت میں بغیر کسی جھٹکے یا جست کے جس سے زاویئی کام میں نقص ہو جائے اس کو ڈھیلا کر دے ۔ دراصل عمدہ زاویئی کام میں ہاتھوں کا دخل بمقابلہ آنکھوں کے زیادہ ہے اور اسی سبب سے آلے کو بالائی اور زیرین تختی پکڑ کر آہستہ آہستہ اِدھر اُدھر حرکت دو ۔ دوربین کو ہرگز ہاتھ نہ لگانا چاہیے ۔ دراصل جو بات پیدا کرنی ہے وہ ایک "ملائم" (یا مخملی) مَس ہے ۔ اختلافِ منظر کو بہت احتیاط سے دُور کرنا چاہیے اور صحیح ماسکہ حاصل کرنا چاہیے ۔ اگر آلہ لیولی حالت سے خفیف سا متجاوز ہو جائے تو اس کو جب تک کہ زاویوں کا دَور ختم نہ ہو جائے درست نہ کرو ۔ یہ ایک ضروری احتیاط ہے اسے یاد رکھنا چاہیے وجہ یہ ہے کہ ایک پیچ پایہ کی ناقص جڑائی کسی قسم کی اُفقی "ڈرکن" پیدا کر سکتی ہے جس سے ممکن ہے کہ اُفقی مقروأت میں فرق پڑ جائے ۔ انتصابی زاویے پڑھنے میں انتصابی قوس کے بلبلہ کے لیول میں ہونے کا یا دوربین کے اُوپر جو بلبلہ ہو جو صورت بھی ہو اس کے لیول میں ہونے کا اطمینان کر لو اور اگر

(۱۰)

ضرورت ہو تو اس کو ہر ایک مشاہدہ پر متضاد الحرکت بیچ سے یا بیچ پایوں میں سے کسی بیچ پایہ سے اگر زیادہ اُفقی زاویوں کی ضرورت نہیں ہے ٹھیک کر لینا چاہیے یا بلبلہ کی تقسیم رسدی کر لینی چاہیے دیکھو ضمیمہ (۷) -
متقاطع نقاط کا مشاہدہ اُسی طرح کیا جاتا ہے جیسے مقامہ جات کا، لیکن ان کے لیے صرف ایک قسم کے زاویوں کی ضرورت ہوتی ہے صرف ایک صفر اور ایک کسر پیما (ہمیشہ ا کسر پیما) کافی ہوتا ہے -
متقاطع نقطہ کا حال اچھی طرح درج کرنا چاہیے اس لیے کہ ہمیشہ ایسا نہیں ہوتا کہ جو سرویر مثلثائی کرے وہی بعد کو تختہ مسطح پر کام کرے، اس اندراج سے یہ فائدہ ہے کہ وہ آدمی جو بعد میں کام کریگا اس کو کسی قسم کا شک وشبہہ نہ رہنا چاہیے کہ کونسا نقطہ مطلوبہ ہے اور نقطہ کے کس محل کی بلندی دی گئی ہے - مثلاً گرجاؤں اور مندروں کے بُرج جن پر بجلی کا موصل لگا ہوا ہوتا ہے اُن پر اُفقی زاویے لینے چاہییں لیکن ان کے انتصابی زاویے کسی خاص ایسے نقطہ پر جو بالکل ان کے نیچے ہو اور جس کی شناخت آسانی سے ہو سکے لیے جاتے ہیں - اس نقطہ کو بہت احتیاط سے درج کرنا چاہیے - دُوسری مثال لو درخت کو اُفقی زاویوں کے لیے زمین کے نزدیک جس قدر بھی ہو سکے دیکھینگے لیکن اگر زمین کا خط دکھائی نہ دے تو انتصابی زاویوں کے لیے یہ ضروری ہے کہ درخت کے بلند ترین مقام تک ارتفاع لیا جائے، گو عام طور پر یہ قاعدہ ہے کہ زمینی خط جہاں دکھائی دے وہاں ہمیشہ اس کو پڑھا جائے اور بعض اوقات زمینی خط اور چوٹیوں کی اِرتفاعی قیمتیں درج کی جاتی ہیں - شخصوں (objects) کے خاکے بہت مفید ہیں اور سب سے عمدہ یہ اس طرح بنتے ہیں کہ بیاض کو اُلٹا پکڑ کر یعنی اوپر کے حصے کو نیچے کرکے خاکہ بنا لیا جائے اس کی وجہ یہ ہے کہ شخص (object) دُوربین میں اُلٹا نظر آتا ہے، اور اگر تصویر کو بیاض میں اُلٹا کرکے دیکھا جائے جس طرح کہ وہ دُوربین میں نظر آتی ہے تو تصویر کا صحیح حصہ جب بیاض کو اصلی حالت میں پکڑا جائیگا اوپر ہوگا -

# تخمتہ ج

صفر مقام کی مقناطیسی سمت ۱۹۱° ۳′ ۳″

مشاہدہ شدہ زاویے مقام ا سے۔ اُفقی زاویے۔ کُک۔ ٹی اینڈ ایس۔ ہر ومری زاویہ گیر (Transit theodolite) ۴۳۷۷ (د ۵″)۔ تاریخ ۲۲ جنوری ۱۹۱۳ء

| مقام | د صفر (دایاں چکر) ا | ب | اوسط | ب ۱۸۰ (بایاں چکر) ا | ب | اوسط | د ۹۰ (دایاں چکر) ا | ب | اوسط | ب ۲۷۰ (بایاں چکر) ا | ب | اوسط | عام اوسط |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| مقام ب | ۰° ۰۱′ ۰۰″ | ۰۱′ ۰۰″ | ۰° ۰′ ۰″ | ۱۸۰° ۰۰′ ۴۰″ | ۰۱′ ۰۰″ | ۰° ۰′ ۰″ | ۹۰° ۰۱′ ۲۰″ | ۰۱′ ۲۰″ | ۰° ۰′ ۰″ | ۲۷۰° ۰۱′ ۲۰″ | ۰۱′ ۲۰″ | ۰° ۰′ ۰″ | ۰° ۰′ ۰″ |
| 〃 ج | ۳۰۶ ۱۰ ۲۰ | ۱۰ ۳۰ | ۳۰۶ ۰۹ ۳۵ | ۱۲۶ ۱۰ ۲۰ | ۱۰ ۴۰ | ۳۰۶ ۰۹ ۵۰ | ۳۶ ۱۱ ۰۰ | ۱۱ ۰۰ | ۳۰۶ ۰۹ ۴۰ | ۲۱۶ ۱۰ ۳۰ | ۱۱ ۰۰ | ۳۰۶ ۰۹ ۳۰ | ۳۰۶ ۰۹ ۳۹ |
| 〃 د | ۳۲۶ ۳۳ ۴۰ | ۳۳ ۲۰ | ۳۲۶ ۳۲ ۳۵ | ۱۴۶ ۳۳ ۰۰ | ۳۲ ۲۰ | ۳۲۶ ۳۲ ۳۰ | ۸۶ ۳۳ ۴۰ | ۳۳ ۴۰ | ۳۲۶ ۳۲ [illegible] | ۲۳۶ ۳۳ ۴۰ | ۳۴ ۲۰ | ۳۲۶ ۳۲ ۴۰ | ۳۲۶ ۳۲ ۲۶ |
| 〃 ب | ۰ ۰ ۴۰ | ۰۱ ۰۰ | ۰ ۰ ۰ | ۱۸۰ ۰۰ ۲۰ | ۰۰ ۴۰ | ۰ ۰ ۰ | ۹۰ ۰۱ ۲۰ | ۰۱ ۲۰ | ۰ ۰ ۰ | ۲۷۰ ۰۱ ۰۰ | ۰۱ ۴۰ | ۰ ۰ ۰ | ۰ ۰ ۰ |

## انتصابی زاویے

| مقام | بلندی یا پستی | دایاں ا | ب | اوسط | بایاں ا | ب | اوسط | بلندی یا پستی | عام اوسط | مشاہدہ شدہ علامت کی بلندی | مقام کی کیفیت اور ریمارکس |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| مقام ب | پستی | ۰° ۰۰′ ۲۰″ | ۰۰′ ۴۰″ | ۰° ۰۰′ ۳۰″ | ۰° ۰۰′ ۳۰″ | ۰۰′ ۴۰″ | ۰° ۰۰′ ۳۰″ | پستی | ۰° ۰۰′ ۳۰″ | ۹′ ۵″ | مقام کا نشان ایک دبی ہوئی اینٹ ہے۔ یہ اینٹ برام پور رج بہا کے بائیں کنارے پر تقریباً ۰۰ا فٹ اُس سیفن سے جنوب میں دبی ہوئی ہے جس پر سے برام پور سے تھوئی گاؤں کو گاڑی کا راستہ جاتا ہے۔ برام پور کا گاؤں اندازاً ۵۰۰ گز جنوب مغرب میں ہے۔ اس نشان کا فاصلہ پانی کے کنارے سے ۱۰ فٹ ہے۔ اور اس پر ایک چھوٹی سی بُرجی بنی ہوئی ہے اور اس پر یہ لکھا ہوا ہے کہ نشان کے اصلی پتھر سے ۲ فٹ اوپر ایک اور نشان پایا جائیگا۔ |
| 〃 ج | 〃 | ۰ ۰۶ ۲۰ | ۰۶ ۲۰ | ۰ ۰۶ ۲۰ | ۰ ۰۶ ۲۰ | ۰۶ ۴۰ | ۰ ۰۶ ۳۰ | 〃 | ۰ ۰۶ ۲۵ | ۹ ۴ | |
| 〃 د | 〃 | ۰ ۰۰ ۲۰ | ۰۰ ۰ | ۰ ۰۰ ۲۰ | ۰ ۰۰ ۰۰ | ۰ ۲۰ | ۰ ۰۰ ۱۰ | 〃 | ۰ ۰۰ ۱۵ | ۱۰ ۱ | |

علامت کی بلندی ۵″ ۹′ ہے اور آلے کی بلندی ۲″ ۵′ ہے

# تختہ ج

صفر مقامہ کی مقناطیسی سمت ۱۹۱° ۳۱′ ۳۰″

مشاہدہ شدہ زاویے مقامہ ا سے - افقی زاویے - کُک ٹی اینڈ ایس مردری آلہ (زاویہ گیر) نمبر ۲۳۷۶ (ف) بتاریخ ۲۲ جنوری ۱۹۱۳ء

| مقامہ | د صفر (دایاں چکر) ا | د صفر ب | د صفر اوسط | د ۱۸۰ (بایاں چکر) ا | د ۱۸۰ ب | د ۱۸۰ اوسط | د ۹۰ (دایاں چکر) ا | د ۹۰ ب | د ۹۰ اوسط | ب ۲۷۰ (بایاں چکر) ا | ب ۲۷۰ ب | ب ۲۷۰ اوسط | عام اوسط |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| مقامہ ب | ۰° ۰۱′ ۲۰″ | — | ۰° ۰′ ۰″ | ۱۸۰° ۰۱′ ۰۰″ | — | ۰° ۰′ ۰″ | — | — | — | — | — | — | ۰° ۰′ ۰″ |
| ۱ بلند تاڑ | ۲۵۷ ۵۲ ۰۰ | — | ۲۵۷ ۵۰ ۴۰ | ۷۷ ۵۱ ۲۰ | — | ۲۵۷ ۵۰ ۲۰ | — | — | — | — | — | — | ۲۵۷ ۵۰ ۳۰ |
| ۲ شیشم کے درخت کا برش | ۳۲۸ ۲۷ ۰۰ | — | ۳۲۸ ۲۵ ۴۰ | ۱۴۸ ۲۶ ۲۰ | — | ۳۲۸ ۲۵ ۲۰ | — | — | — | — | — | — | ۳۲۸ ۲۵ ۲۰ |
| ۳ چھوٹی سبز جھاڑی کا برش | ۳۳۸ ۴۴ ۰۰ | — | ۳۳۸ ۴۳ — | ۱۵۸ ۴۳ ۴۰ | — | ۳۳۸ ۴۲ ۴۰ | — | — | — | — | — | — | ۳۳۸ ۴۲ ۵۰ |
| وغیرہ | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| وغیرہ | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| مقامہ ب | ۰ ۰۱ ۲۰ | — | ۰ ۰ ۰ | ۱۸۰ ۰۱ ۰۰ | — | ۰ ۰ ۰ | — | — | — | — | — | — | ۰ ۰ ۰ |



## انتصابی زوایہ

| مقامہ | بلندی یا پستی | دایاں ا | دایاں ب | دایاں اوسط | بایاں ا | بایاں ب | بایاں اوسط | بلندی یا پستی | عام اوسط | مشاہدہ شدہ علامت کی بلندی | مقامہ کی کیفیت اور ریمارکس |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (۱) | پستی | ۰° ۲۴′ ۰۰″ | — | — | ۰° ۲۳′ ۴۰″ | — | — | پ | ۰° ۲۳′ ۵۰″ | — — — | زمین کے لیول تک پڑھا گیا مزروعہ زمین میں بیرام پور سے شمال مشرق میں تقریباً ½ میل - |
| (۲) | بلندی | ۰ ۰۳ ۴۰ | — | — | ۰ ۰۴ ۰۰ | — | — | ب | ۰ ۰۳ ۵۰ | — — — | درخت کی چوٹی تک پڑھا گیا - جنگلی جھاڑیوں کے وسط میں جو صدر ندی کے قریب کسی قدر اونچی زمین پر واقع ہے - |
| (۳) | پستی | ۰۰ ۰۵ ۲۰ | — | — | ۰ ۰۶ ۲۰ | — | — | پ | ۰ ۰۵ ۵۰ | — — — | درخت کی چوٹی تک - جنگلی جھاڑیوں میں کسی قدر بلندی پر تقریباً ۷۰۰ گز بیرام پور گاؤں سے مشرق میں اور ۲۰۰ گز صدر ندی کے مغرب کو - گاڑی کا راستہ اور پیدل راستہ بیرام پور سے تور نگر کو ۳۰۰ گز اس جھاڑی کے جنوب میں جاتا ہے - |

علامت کی بلندی ۸′ ۹″ ہے اور آلے کی بلندی ۵′ ۲″ ہے

درختوں کے حال کے بیان میں اس سے کچھ بہت فائدہ نہیں کہ ان کے رنگ بتائے جائیں، زیادہ اچھا تو یہ ہے کہ یہ بات معلوم کرنے کی کوشش کی جائے کہ یہ کیا درخت ہے - ایسے درخت، جیسے آم اور املی، نہایت آسانی سے شناخت کیے جا سکتے ہیں لیکن اگر شبہہ ہو تو کسی مقامی باشندے سے پوچھ لینا چاہیے، اور وہ عام طور پر صحیح نام بتا دیگا۔ سب سے زیادہ مناسب یہ ہے کہ اگر درخت کا نام معلوم ہونے میں غلطی ہونے کا کوئی احتمال ہو تو اس کی قسم کو بالکل تحریر نہ کیا جائے۔ درختوں کا حال بیان کرنے میں اچھا طریقہ یہ ہے کہ ان کا محل درختوں کے جھنڈ سے یا ایک دو درختوں سے شمال، جنوب، مشرق یا مغرب میں لکھ کر دکھا دیا جائے۔ کسی شخص (Object) کے "دائیں" یا "بائیں" سے احتراز کرو کیونکہ اس کا انحصار بالکل اُس محل پر ہوتا ہے جس محل سے کہ شخص کو دیکھا جائے۔

(۸) کسی چار ضلعی شکل (دیکھو تختی ع ۱) کا حل حسابی عمل سے کرکے دکھانے کے لیے جب کہ ایک معاون مقامہ اور ایک تابع یا خارج المرکز مقامہ شامل کر لیا جائے ایک اصلی پیمائشی بیاض کے حل شدہ[1] زاویے یہاں دیدیے گئے ہیں اور ساتھ ہی مکمل حسابی عمل تاکہ ان کے موافق ان کے متعلقہ تختوں میں عمل کر دیا جائے۔ ا ب بنیادی خط اس خاص صورت میں ایک نہر کے بائیں پشتہ پر جو تقریباً لیول تھا واقع تھی، اور اس کی تحویل چونکہ بہت آسان تھی اس لیے اس کو اُس تختے میں جو اِس غرض کے لیے ہے درج نہیں کیا گیا۔ مقامہ ا سے مقامہ ج کی السمت (Azimuth) یعنی حقیقی شمال سے سمتِ آفتاب کے ایک غیر نصف النہاری مشاہدہ سے قائم

[1] abstract angles

کی گئی تھی -

| مقامہ جات | افقی زاویے ° | ′ | ″ | انتصابی زاویے پ = پست ب = بلند | ′ | ″ | آلے کی بلندی | علامت کی بلندی | کیفیت |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| مقامہ ا سے مقامہ ب کو | ۰ | ۰ | ۰ | پ ۰ | ۰۰ | ۳۰ | ۵′ ۲″ | ۹′ ۵″ | علامت کو |
| ″ ″ ج کو | ۳۰۶ | ۰۹ | ۳۹ | پ ۰ | ۰۶ | ۲۵ | ... | ۹′ ۴″ | ″ ″ |
| ″ ″ د کو | ۳۲۶ | ۸۲ | ۲۶ | پ ۰ | ۰۰ | ۱۵ | ... | ۱۰′ ۱″ | ″ ″ |
| معادن | ۳۲۳ | ۵۸ | ۵۲ | ۰۰ | ... | ... | ... | ... | |
| مقامہ ب سے مقامہ ا کو | ۰ | ۰ | ۰ | ب ۰ | ۱۰ | ۳۶ | ۵′ × ۱½″ | ۹′ ۵″ | علامت کو |
| ″ ″ ج کو | ۸۵ | ۰۵ | ۴۶ | پ ۰ | ۰۲ | ۵۰ | — | — | — |
| ″ ″ د کو | ۱۲۰ | ۲۴ | ۰۱ | ب ۰ | ۰۴ | ۴۰ | — | — | زمین کے لیول کو |
| ″ ″ بلند پہاڑ کو | ۳۰ | ۵۶ | ۳۵ | پ ۰ | ۰۴ | ۲۰ | — | — | |
| مقامہ ج سے مقامہ د کو | ۰ | ۰ | ۰ | ب ۰ | ۱۹ | ۱۰ | ۵′ ۱½″ | ۹′ ۴″ | علامت کو |
| ″ ″ ب کو | ۷۳ | ۵۸ | ۰۴ | ب ۰ | ۱۰ | ۵۵ | — | — | ″ |
| ″ ″ ا کو | ۱۱۵ | ۰۱ | ۴۷ | پ ۰ | ۱۱ | ۵۵ | — | — | |
| مقامہ د سے مقامہ ب کو | ۰ | ۰ | ۰ | ب ۰ | ۰۴ | ۰۵ | ۵′ ۳″ | ۱۰′ ۱″ | علامت کو |
| مقامہ ″ ″ ا کو | ۲۶ | ۰۸ | ۳۱ | ب ۰ | ۰۴ | ۵۵ | — | — | ″ ″ |
| ″ ″ ج کو | ۷۰ | ۴۳ | ۴۶ | پ ۰ | ۰۴ | ۲۵ | — | — | |
| معادن مقامہ ص سے ب کو | ۰ | ۰ | ۰ | ب ۰ | ۲۵ | ۳۷ | ۴′ ۱۰″ | ۸′ ۱۰½″ | علامت کو |
| ″ . . . ا کو | ۵۴ | ۴۷ | ۲۴ | ب ۰ | ۱۹ | ۰۰ | — | — | ″ ″ |
| ″ . . . ج کو | ۱۶۰ | ۰۹ | ۲۹ | ب ۰ | ۱۹ | ۳۰ | — | — | ″ ″ |
| ″ . . . د کو | ۲۴۱ | ۳۶ | ۰۲ | ب ۰ | ۲۵ | ۵۵ | — | — | سطح زمین کو |
| بلند ناٹہ کو | ۷۵ | ۰۹ | ۲۰ | ب ۰ | ۵۰ | ۰۰ | — | — | |

۹ - علم مثلث کی رُو سے، اگر ا ب ج ایک مثلث ہو تو
پھر جب ا / اَ = جب ب / بَ = جب ج / جَ اور جب ا ب ج زاویے
معلوم ہیں اور خط ا ب (جَ) کو ناپ لیا گیا ہے تو پھر اَ = جب ا / جب ج × جَ، اور
بَ = جب ب / جب ج × جَ یعنی لوک اَ = لوک جَ + لوک جب ا + لوک
قوم ج، وغیرہ وغیرہ۔

(۱۰) اب ہم اس ضابطہ کو آسان شکل میں جو تختہ د میں اُفقی
فاصلوں کے حل کرنے کے لیے درج ہے ذیل کی ہدایات کے
ساتھ بیان کرینگے:-

پہلے تختہ سطح کے سرسری نقشہ کو دیکھو اور اس میں سے
سب سے زیادہ سڈول مثلث پسند کرلو اور اُس ضلع کی جس پر سے
کہ پیمائش کا پھیلاؤ کرنا ہے دو طرف قیمت دریافت کرنے کی کوشش
کرو۔ جو مثال سرسری نقشہ میں دی گئی ہے وہ ایک چار ضلعی شکل ہے
جس کا قاعدہ ا ب معلوم ہے اور یہ ظاہر ہے کہ ج د وہ قاعدہ ہے جس پر
دوسری چار ضلعی شکل بنائی جائیگی۔ مثلثوں کو مخالف سمت ساعت،
ضلع معلومہ کو پہلے رکھ کر، لکھنا چاہیے۔ مثال میں ا ب ج پہلا
مثلث ہوگا جس کو حل کرنا ہے اور جس کا ضلع ا ب اور تین زاویے
معلوم ہیں۔ اس کو ا ب ج لکھنا چاہیے۔ مخالف سمت ساعت
اس خیال سے پسند کی گئی ہے کہ تمام جہات شمال کی جانب سے ہیں
اور شکل کے داخلی زاویے اس طرح اندرونی زاویے ہو جاتے ہیں
(دیکھو باب پنجم متعلق حصری پیمائش حصہ اوّل)۔

ہر ایک مثلث کے تین داخلی زاویوں کا مجموعہ ۱۸۰ درجہ ہوتا
ہے، اور اگر کوئی خطا ہے تو اس کے ثانیوں کے صحیح عددوں کو برابر مقدار
میں زاویوں میں تقسیم کر دینا چاہیے مگر زاویوں کی مساحت کے تناسب

سے تقسیم نہیں کرنی چاہیے - اور پھر جو کچھ بچ رہے تو اُس کو بحصہ برابر بڑے زاویوں میں ڈال دو - خُرد مثلثائی میں یہ کوشش نہیں کرنی چاہیے کہ زاویوں کی بہت پسائی کی جائے یعنی اقل مربعوں سے ممکن خطاؤں کو معلوم کریں، وغیرہ وغیرہ -

تصحیح شدہ زاویوں کو حاصل کرکے لوک جیب پہلے اور دوسرے زاویہ کے لیے معلوم کرو اور تیسرے زاویے کا قاطع التمام (رقم) معلوم کرو - اور پہلی اور تیسری لوک کی قیمت کو دیے ہوئے لوک قاعدہ میں جمع کرو، اس سے پہلے زاویے کے ضلع کا لوک معلوم ہو جائیگا اور دوسرے اور تیسرے کے لوک کو دیے ہوئے لوک قاعدہ میں جمع کرو تو اس سے دوسرے ضلع کا لوک معلوم ہوگا -

نوٹ - پڑھنے والے کو معلوم ہو جائیگا کہ تختہ پر پینسل کو لوک جیب اور لوک فنٹ کے خانے میں ایک سطر پر رکھنے سے وہ مقداریں جن کو جمع کرنا ہے دکھائی دیتی رہتی ہیں اور وہ خالی جگہ جہاں پر نتیجہ لکھنا ہے نظر کے سامنے ہو جاتی ہے - آخر میں ان کے معکوس لوک "فنوں" میں نکال لو اور تختے کو مکمل کر دو -

جہاں جہاں دوہری قیمتیں یعنی مشترک اضلاع پائے جائیں تو ان کی اوسط لینی چاہیے اور ہر ایک مثلث میں ان کو درج کر دینا چاہیے اور آئندہ پیمائش کے پھیلاؤ کے لیے بنیادی خطوط بنا کر ان کو کام میں لانے کے لیے اختیار کرنا چاہیے - مثال میں آخری دو مثلث ایک متقاطع نقطہ کے لیے لے گئے ہیں اور تیسرا زاویہ ہر ایک مثلث میں، اس لیے تکمیلی ہے - ان دونوں مثلثوں سے ایک مشترک ضلع حاصل ہوتا ہے اور بغیر اس پڑتال کے ایک متقاطع نقطہ مشکوک تصور ہوتا ہے - مثلثوں پر مناسب طور پر شمار لگانے چاہییں -

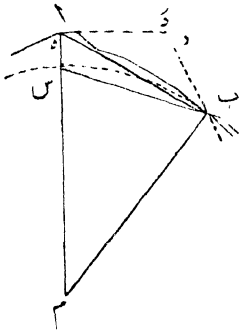
اس تختہ میں مندرجۂ ذیل فوائد ہیں : - یہ خوب گتھا ہوا ہے اور اضلاع زاویوں کے مقابل میں آ جاتے ہیں یعنی اُس ہی سطر پر جس پر زاویے ہیں مثلاً ضلع ا یعنی ب ج اُس ہی سطر پر ہے جس پر زاویہ ا ہے -

## ۱۵. تختہ د

لوک فٹ = ۹۵۵۹ ۳٫۴۴۵ قاعدہ سے = ۲۷۹۲٫۲۶

| مقامات | زاویے مشاہدہ شدہ | | | خطائی تقسیم سدی | | حسابی عمل کے لیے تحویلی زاویہ | | | لوک جیب | | | لوک فٹ | | | فٹ | ضلع |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ا | ۵۳° | ۵۰' | ۲۱" | + | ۳" | ۵۳° | ۵۰' | ۲۴" | ۱̄ | ۹۰۷ | ۰۷۳۹ | ۳ | ۵۳۵ | ۵۴۰۱ | ۳۴۳۱٫۹۵ | ب ج |
| ب | ۸۵ | ۰۵ | ۴۶ | + | ۴ | ۸۵ | ۰۵ | ۵۰ | ۱̄ | ۹۹۸ | ۴۰۸۱ | ۳ | ۶۲۶ | ۸۷۴۳ | ۴۲۳۵٫۲۰ | ا ج |
| ج | ۴۱ | ۰۳ | ۴۳ | + | ۳ | ۴۱ | ۰۳ | ۴۶ | ۰ | ۱۸۲ | ۵۱۰۳ | | | | | |
| | ۱۷۹ | ۵۹ | ۵۰ | + | ۱۰ | ۱۸۰ | ۰۰ | ۰۰ | | | | | | | | |
| **۲۵** | **لوک فٹ = ۹۵۵۹ ۲٫۴۴۵ مثلث کے قاعدہ سے** | | | | | | | | | | | | | | | |
| ا | ۳۳ | ۲۷ | ۳۴ | − | ۲ | ۳۳ | ۲۷ | ۳۲ | ۱̄ | ۷۴۱ | ۴۱۸۳ | ۳ | ۵۴۳ | ۳۴۱۸ | ۳۴۹۴٫۱۵ | ب د |
| ب | ۱۲۰ | ۲۴ | ۰۱ | − | ۲ | ۱۲۰ | ۲۳ | ۵۹ | ۱̄ | ۹۳۵ | ۷۶۷۲ | ۳ | ۷۳۷ | ۶۹۰۷ | ۵۴۶۶٫۲۷ | ا د |
| د | ۲۶ | ۰۸ | ۳۱ | − | ۲ | ۲۶ | ۰۸ | ۲۹ | ۰ | ۳۵۵ | ۹۶۷۶ | ۳ | ۵۴۳ | ۳۲۷۶ | ۳۴۹۴٫۲۰ | اوسط مشترک |
| | ۱۸۰ | ۰۰ | ۰۶ | ۰۰ | ۶ | ۱۸۰ | ... | ... | ... | ... | ۰۰ | ۳ | ۷۳۷ | ۶۹۳۸ | ۵۴۶۶٫۳۱ | اوسط |
| **۳۵** | **لوک فٹ = ۸۷۴۳ ۳٫۶۲۶ (مثلث) ا سے** | | | | | | | | | | | | | | | |
| ج | ۱۱۵ | ۰۱ | ۴۷ | + | ۴ | ۱۱۵ | ۰۱ | ۵۱ | ۱̄ | ۹۵۷ | ۱۶۶۷ | ۳ | ۷۳۷ | ۶۹۲۸ | ۵۴۶۶٫۳۴ | ا د |
| ا | ۲۰ | ۲۲ | ۴۷ | + | ۳ | ۲۰ | ۲۲ | ۵۰ | ۱̄ | ۵۴۱ | ۸۹۶۰ | ۳ | ۳۲۲ | ۴۲۶۱ | ۲۱۰۰٫۰۰ | ج د |
| د | ۴۴ | ۳۵ | ۱۵ | + | ۴ | ۴۴ | ۳۵ | ۱۹ | ۰ | ۱۵۳ | ۶۵۵۸ | ۳ | ۷۳۷ | ۶۹۳۸ | ۵۴۶۶٫۳۱ | اوسط مشترک |
| | ۱۷۹ | ۵۹ | ۴۹ | + | ۱۱ | ۱۸۰ | ۰۰ | ۹۰ | | | | | | | | |
| **۴۵** | **لوک فٹ ۵۴۰۱ ۳٫۵۳۵ (مثلث) ا سے** | | | | | | | | | | | | | | | |
| ج | ۷۳ | ۵۸ | ۰۴ | − | ۲ | ۷۳ | ۵۸ | ۰۲ | ۱̄ | ۹۸۲ | ۷۷۰۳ | ۳ | ۵۴۳ | ۳۵۳۴ | ۳۴۹۴٫۲۴ | |
| ب | ۳۵ | ۱۸ | ۱۵ | − | ۱ | ۸۵ | ۱۸ | ۱۴ | ۱̄ | ۷۶۱ | ۸۶۲۵ | ۳ | ۳۲۲ | ۴۴۵۶ | ۲۱۰۱٫۱۱ | |
| د | ۷۰ | ۴۳ | ۴۶ | − | ۲ | ۷۰ | ۴۳ | ۴۴ | ۰ | ۰۲۵ | ۰۴۳۰ | ۳ | ۵۴۳ | ۳۳۷۹ | ۳۴۹۴٫۲۲ | اوسط مشترک |
| | ۱۸۰ | ۱۰۰ | ۰۵ | − | ۵ | ۱۸۰ | ۰۰ | ۰۰ | ... | | | ۳ | ۳۲۲ | ۴۳۵۹ | ۲۱۰۱٫۰۵ | ″ ″ |
| **۵۶ ۵** | **لوک فٹ = ۹۵۵۶ ۳٫۴۴۵ (مثلث) کے قاعدہ سے** | | | | | | | | | | | | | | | |
| ا | ۱۰۲ | ۰۹ | ۳۰ | − | − | − | − | − | ۱̄ | ۹۹۰ | ۱۴۷۶ | ۳ | ۵۱۳ | ۰۱۲۱ | — | — |
| ب | ۲۰ | ۵۶ | ۳۵ | ۰ | ۰ | | | | ۱̄ | ۵۵۳ | ۲۰۳۱ | ۳ | ۰۷۶ | ۰۶۷۶ | ۱۱۹۱٫۳۷ | |
| بلند تاڑ | معاون | | | | | ۵۶ | ۵۳ | ۵۵ | ۰ | ۰۷۶ | ۹۰۸۶ | − | − | − | − | |
| | | | | | | ۱۸۰ | − | − | | | | ۳ | ۰۷۶ | ۰۷۹۰ | ۱۱۹۱٫۳۸ | اوسط مشترک |
| **۵۷ ۵** | **لوک فٹ = ۶۹۲۴ ۳٫۵۳۳ (مثلث) تختہ ف سے** | | | | | | | | | | | | | | | |
| ا | ۶۶ | ۰۸ | ۲۶ | − | − | − | − | − | ۱̄ | ۹۶۱ | ۲۰۲۹ | ۳ | ۴۹۵ | ۷۰۳۲ | | |
| مقام معاون کی | ۲۰ | ۲۱ | ۵۶ | | | | | | ۱̄ | ۵۴۱ | ۵۸۹۹ | ۳ | ۰۷۶ | ۰۹۰۳ | ۱۱۹۱٫۳۹ | |
| بلند تاڑ | معاون | | | | | ۹۱ | ۲۹ | ۳۸ | ۰ | ... | ۸۰۸۰ | ... | | | | |
| | − | − | ۰ | ۰ | ۰ | ۱۸۰ | .. | .. | | | | ۳ | ۰۷۶ | ۰۷۹۰ | ۱۱۹۱٫۳۸ | اوسط مشترک |

(۱۶)

## (۱۱) ارتفاعوں کا حسابی عمل (دیکھو ضمیمہ پنجم) —— فرض

کرو ا اور ب دو نقاط سطح زمین پر ہیں اور م زمین کا مرکز ہے۔ ا دَ اور ب د عمود ا م اور ب م پر علی الترتیب ہیں یہ ا اور ب نقاط پر لیول سطح کی سمتوں کو ظاہر کرینگے اور زاویہ ب ا دَ اور ا ب د دونوں مساوی خیال کیے جا سکتے ہیں اگر زاویہ ب ا دَ اور ا ب د ایک ہی وقت میں متکافی مشاہدہ کیے گئے ہیں ایسی حالت میں انحراف مساوی یا مستقل ہوتا ہے۔

م س کو م ب کے برابر بناؤ۔ تب ا س = ارتفاع = ہ یعنی ا اور ب ارتفاعوں کے فرق کے۔

فرض کرو پ~ب~ اور پ~ا~ نقاط ا اور ب پر مشاہدہ شدہ نشیب[۲] ہیں۔ اب زاویہ ا ب س = زاویہ م س ب - زاویہ ب ا م، اور زاویہ ا ب س = زاویہ ا ب م - زاویہ س ب م، اور چونکہ زاویہ م ب س = م س ب، اس لیے جمع کرنے سے زاویہ ا ب س $= \frac{1}{2}$ (زاویہ ا ب م - زاویہ ب ا م) اور چونکہ زاویہ ب ا دَ = زاویہ ا ب د، اس لیے زاویہ ا ب س $= \frac{1}{2}$ (زاویہ د ب م - زاویہ دَ ا م) $= \frac{1}{2}$ (پ~ب~ - پ~ا~) = نہ

ایسی حالت میں ب س سطح زمین کا اس قدر تھوڑا سا حصہ ہے کہ وہ کو ب س × مس ا ب س کے مساوی خیال کیا جا سکتا ہے۔ یعنی ہ = ب س × مس (پ~ب~ - پ~ا~) $\frac{1}{2}$، یا اگر ایک زاویہ بلندی ہے تو ہ = ب س × مس $\left(\frac{\text{پ}_ا + \text{پ}_ب}{2}\right)$ یعنی محاذی زاویہ نہ

[۱] Reciprocal دوطرفی۔ متکافی   [۲] depressions

مساوی ہے نصف جبری فرق کے جو دونوں نشیبوں یا دونوں بلندیوں میں ہو، اور مساوی ہے نصف جبری مجموعہ کے جو ایک نشیب اور ایک بلندی میں ہو ایسے حسابی عمل میں جبری علامات ان کے ساتھ ہونی چاہییں۔ اگر صرف ایک زاویہ کا مشاہدہ کیا گیا ہے تو شکل سے معلوم ہو جائیگا کہ اگر انعطاف (ر) زاویہ ب ا د کے لیے ہے تو انعطاف (ر) = (ب س - (پ - پ)) / ۲ لیکن جب متکافی زاویے پڑھے گئے ہوں تو انعطاف = ر کی قیمت معلوم کی جا سکتی ہے اور ر/ب س کو قدرِ انعطاف کہتے ہیں اور جس کو ہندوستان میں ۰۶۷، خیال کیا جا سکتا ہے۔

اب ہ مندرجۂ بالا ضوابط میں ا اور ب کی سطح زمین کی بلندیوں کے فرق کو ظاہر کرتا ہے اور اگر ل = آلہ کا ارتفاع مقام ا پر، ع = ارتفاع علامت مقام ا پر، ل ارتفاع آلہ مقام ب پر، ع ارتفاعِ علامت مقام ب پر اور اگر ا وہ مقام ہے جس کا ارتفاع معلوم ہے اور ب وہ مقام ہے جس کا ارتفاع مطلوب ہے تب ب کا ارتفاع = ارتفاع ا ± ب س × مس شر + (ع - ع + ل - ل) ½ ۔

اگر صرف ایک ہی زاویہ مشاہدہ کیا گیا ہے تب انحنا اور انعطاف کی تقسیم رسدی پر غور کرنا چاہیے اور یہ تقسیم رسدی ہمیشہ ثبت ہوتی ہے اور جدول سے حاصل کی جاتی ہے جو ضمیمہ ۲ میں ہے۔ اس جدول میں وہ زاویہ دیا گیا ہے جو محاذی ضلع کے نوک سے حاصل ہوتا ہے۔ جبری مجموعہ نر کی قیمت ہوتی ہے۔

انعطاف کم و بیش ایک بجے سے تین بجے تک بعد دوپہر مستقل رہتا ہے اور چونکہ دو طرفی[1] مشاہدے ایک ہی وقت میں نہیں کیے جا سکتے اس لیے اتصالی زاویے مندرجۂ بالا وقت میں لیے جاتے ہیں۔

تختہ ع میں دونوں صورتوں کے لیے یعنی (۱) دو طرفی مشاہدہ شدہ قیمتو ن

سلہ (ر) ضمیمہ ۲ کی جدول دیکھو یا ایک انداز آ قاعدہ یہ ہے تقسیم رسدی فٹوں میں = ۴/۷ اس فاصلہ کا مربع جو مقامہ جات کے درمیان میلوں میں ہے)۔

[1] Simultaneous

کے لیے اور (۲) مفرد قیمتوں کے لیے خانے رکھے گئے ہیں۔ لوک ضلع مثلث کے تختہ د سے لیا جاتا ہے۔ بطور احتیاط کے طلبا کو متنبہ کیا جاتا ہے کہ مفرد ارتفاعی قیمتوں پر اعتبار نہیں کیا جا سکتا اس لیے کہ انعطاف اور دباؤ تبدیل ہوتے رہتے ہیں اور اس کے علاوہ چاشنی شعاع کی موجودگی بھی پائی جاتی ہے۔ یہ تمام نتائج کو ناقص کرتے ہیں۔

یہ بات بھی یاد رکھنے کی ہے کہ ارتفاع جو دو طرفی[1] مقداروں سے حاصل کیے جاتے ہیں گو وہ ایک دوسرے سے ظاہرہ مل جاتے ہیں لیکن یہ کسی طرح بھی اتنے قابلِ اعتبار نہیں ہوتے جتنے کہ وہ ارتفاع جو معمولی لیول سے حاصل کیے جاتے ہیں سوائے بہت ناہموار پہاڑی زمینوں کے جہاں لیول کرنا ناممکن ہے۔

## تختہ ع

| مقام (ا) معلومہ / مقام معلومہ کا ارتفاع / مقام مطلوبہ (ب) | ا ۱۰۱۵۰٫۴ ب ∆ ع ا | | | ا ۱۰۱۵۰٫۴ بلند تاڑ ∆ ع | | | ب ۱۰۱۰٫۲۲ بلند تاڑ ∆ ع | | | ∆ ع | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (۱) دو طرفی[1] قیمتوں کے لیے | ° | ′ | ″ | ° | ′ | ″ | ° | ′ | ″ | ° | ′ | ″ |
| + یا − پ_ا | −۰ | ۰۰ | ۳۰ | | | | | | | | | |
| + یا − پ_ب | +۰ | ۱۰ | ۳۶ | | | | | | | | | |
| جبری مجموعہ = ۲ن | −۰ | ۱۱ | ۰۶ | | | | | | | | | |
| ن | −۰ | ۰۵ | ۳۳ | | | | | | | | | |
| (۲) مفرد[1] قیمتوں کے لیے ± پ_ا / پ_ب | | | | −۰ | ۲۳ | ۵۰ | −۰ | ۰۳ | ۲۰ | | | |
| رسی درستی انحنا و انعطاف کے لیے (دیکھو جدول[2]) | + | | | + | | ۰۵ | + | | ۱۴ | | | |
| جبری مجموعہ = ن[1] | | | | −۰ | ۲۳ | ۴۵ | −۰ | ۰۳ | ۰۶ | | | |
| لوک مس ن | ۳̄ | ۲۰۸ | ۱۹۵ | ۳̄ | ۸۲۹ | ۳۹ | ۳̄ | ۰۲۶ | ۵۱ | | | |
| لوک ضلع | ۳ | ۴۴۵ | ۹۵۵۸ | ۳ | ۰۴۶ | ۰۸ | ۳ | ۵۱۳ | ۰۱ | | | |
| لوک ۵ | ۰ | ۶۵۳ | ۹۷۵۳ | ۰ | ۹۰۵ | ۴۷ | ۰ | ۵۳۹ | ۵۲ | | | |
| (۱) ( ع_ا − ع_ب + ا_ا − ا_ب ) ½ ± ۵ | −۴٫۵۱ | | | −۸٫۴۲ | | | −۳٫۶۹ | | | | | |
| (۲) −( ا_ا − ع_ب ) | −۰٫۳۱ | | | +۰٫۱۱ | | | +۰٫۱۱ | | | | | |
| مقام ا کا ارتفاع معلومہ | ۱۰۱۵۰٫۴ | | | ۱۰۱۵۰٫۰ | | | ۱۰۱۰٫۶۲ | | | | | |
| معلوم کردہ ارتفاع ب کا | ۱۰۱۰٫۲۲ | | | ۱۰۱۱٫۹ | | | ۱۰۱۱٫۴ | | | | | |
| اوسط قیمت | | | | (اوسط) | | | ۱۰۱۱٫۷ | | | | | |

یہاں پ_ا = بلندی مقام ا پر | ع_ا = علامت کی بلندی ا پر
پ_ا = نشیبی مقام ا پر | ع_ب = علامت کی بلندی ب پر
پ_ب = بلندی مقام ب پر | ا_ا = ارتفاع آلہ مقام ا پر
پ_ب = نشیبی مقام ب پر | ا_ب = ارتفاع آلہ مقام ب پر

[1] ضمیمہ چہارم کو دیکھو ایک خفیف زاویے کے لوکوں کے حل کے لیے۔
[2] ضمیمہ ۔۔۔

Reciprocal [1]

(۱۸) (۱۲) تختہ ف - یہ تختہ ایک نقطہ کے حسابی عمل کے لیے ہے یہ وہ نقطہ ہے جس سے تین معلوم نقاط کے شمار کو پڑھا گیا تھا، یا بالفاظِ دیگر یہ "تختہ مسطح" کے ایک تثبیت کو علم مثلثی سے حل کرنا ہوتا ہے۔ یہاں تمام زاویے مثلث ا ب ج کے معلوم ہیں اور نیز زاویے عہ اور بہ جن کو مقامہ نر سے دیکھا گیا تھا اور مقامہ نر ایسا ہے جس کو معلوم کرنا ہے۔ یہ ظاہر ہے کہ زاویے ج ا نر اور ج ب نر مطلوبہ ہیں۔ ان زاویوں کو زاویے لا اور ما سے علی الترتیب تعبیر کرو۔

تب ج + عہ + بہ + لا + ما = ۳۶۰°

فرض کرو (ج + عہ + بہ) = پ

تب لا + ما = ۳۶۰ - پ

اور ج نر = $\frac{\text{بَ جب لا}}{\text{جب عہ}}$ = $\frac{\text{اَ جب ما}}{\text{جب بہ}}$

بروئے علم مثلث $\frac{\text{جب لا}}{\text{جب ما}}$ = $\frac{\text{اَ}}{\text{بَ}}$ × $\frac{\text{جب عہ}}{\text{جب بہ}}$

لہذا $\frac{\text{اَ جب عہ}}{\text{بَ جب بہ}}$ = $\frac{\text{جب لا}}{\text{جب ما}}$ = مس فہ کے سمجھ لیا جائے

جمع اور تفریق کرنے سے

$\frac{\text{جب لا - جب ما}}{\text{جب لا + جب ما}}$ = $\frac{\text{مس فہ - ۱}}{\text{مس فہ + ۱}}$ = مس (فہ - ۴۵°)

لیکن $\frac{\text{جب لا - جب ما}}{\text{جب لا + جب ما}}$ = $\frac{\text{مس } \frac{1}{2} \text{(لا - ما)}}{\text{مس } \frac{1}{2} \text{(لا + ما)}}$

لہذا مس (فہ - ۴۵°) = $\frac{\text{مس } \frac{1}{2} \text{(لا - ما)}}{\text{مس } \frac{1}{2} \text{(لا + ما)}}$

یا مس $\frac{1}{2}$ (لا - ما) = مس $\frac{1}{2}$ (لا + ما) × مس (فہ - ۴۵°)

اور اس کو نہایت آسانی سے لوکارتمی طریقے سے حل کرنے کے لیے اختیار کیا جا سکتا ہے تختہ ف کا بائیں طرف کا حصہ تختہ د کی نقل ہے جس سے اضلاع کا حل کیا جاتا ہے۔ دیکھو کہ زاویہ ا ب ج تکمیلی ہے۔ زاویہ ا ج ن اور ب ج ن کا مجموعہ زاویہ ا ج ب کے برابر ہونا چاہیے لیکن یہ کبھی اتفاق سے ٹھیک آتا ہے، بڑی وجہ اس کی یہ ہے کہ تین مثلثوں کے تفاعلوں سے اس کی قیمت حاصل کی جاتی ہے۔ اس کی ایک مثال فقرہ ۳ ش کے گوشوارہ سے قیمتیں لے کر حل کر دی گئی ہے۔

معاون مقامہ جات کا زیادہ استعمال کرتے رہنا چاہیے اس لیے کہ یہ اکثر کسی خالی جگہ کے بھرنے میں یا جہاں نقاط کم ہوں کام آتے ہیں اور معاون مقامہ کے تقاطع سے اور حسابی عمل سے بہت سے متقاطع مقامات کو اختتامی طور پر دو کرنوں سے ثبت کیا جا سکتا ہے۔ ایسے مقامہ جات کسی خط مسافت پر مشاہدہ کیے جا سکتے ہیں، یہ ضروری نہیں کہ یہ پہاڑی کے اوپر ہوں بلکہ وہاں ہونے چاہییں، جیسا کہ ابھی بیان کیا جا چکا ہے، جہاں نقاط کم ہوں۔ مصنف کتاب نے جہاں کہیں ممکن ہوا ایک نقطہ "تختہ مسطح" کی پیمائش کے ہر ایک قطعہ کے کنارے پر ثبت کرنے کی کوشش کی اور اس طرح چار قطعوں پر نقطہ ثبت کیا جا سکا۔

# تختہ ف

| | زاویے | | | | لوکارثم | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| لہ ج (یا ۳۶۰° ـ ج) دیکھو مثلث ۳ صفحہ ۲۳ | ۱۱۵° | ۰۱' | ۱۵" | | | | |
| عہ | ۱۵ | ۲۲ | ۰۵ | لوک جیب عہ | ۱̅ | ۹۵۵ | ۹۴۳۹ |
| بہ | ۷۱ | ۲۶ | ۳۷ | لوک تم بہ | ۰ | ۰۲۳ | ۱۸۹۷ |
| مجموعہ = پ | ۳۰۱ | ۵۰ | ۳۴ | لوک اَ | ۳ | ۳۲۲ | ۴۳۵۹ |
| ۳۶۰° ـ پ = لا + ما | ۵۸ | ۰۹ | ۲۷ | لوک ب | ۴̅ | ۳۷۳ | ۱۲۵۷ |
| فہ | ۲۵ | ۱۸ | ۲۴ | لوک مس فہ | ۱̅ | ۶۷۴ | ۷۱۲۲ |
| فہ ـ ۴۵° | ـ ۱۹ | ۴۱ | ۳۶ | لوک مس (فہ ـ ۴۵) | ۱̅ | ۵۵۳ | ۷۸۷۷ |
| ۲ه $\frac{لا + ما}{۲}$ | ۲۹ | ۰۴ | [illegible] | لوک مس $\frac{لا + ما}{۲}$ | ۱̅ | ۷۴۵ | ۱۶۱۰ |
| ۳ه $\frac{لا - ما}{۲}$ | ـ ۱۱ | ۱۵ | ۲۶ | لوک مس $\frac{لا - ما}{۲}$ | ۱̅ | ۲۹۸ | ۹۴۷۷ |
| لا | ۱۷ | ۴۹ | ۱۸ | | | | |
| ما | ۴۰ | ۲۰ | ۱۰ | | | | |

| مقادیر جات | زاویے | | | لوک جیب | | | لوک فٹ | | | فٹ | ضلع |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | لوک | ب | = | ۳ | ۹۲۶ | ۸۶۴۲ | | | | | |
| ا (لا) | ۱۷° | ۴۹' | ۱۸" | ۱̅ | ۴۸۵ | ۸۰۰۰ | ۳ | ۱۵۶ | ۷۱۰۳ | ۱۴۳۴۴۴۷ | ج نس |
| ج (معاون) | ۴۶ | ۴۸ | ۳۷ | ۱̅ | ۸۶۲ | ۷۸۲۰ | ۳ | ۵۴۳ | ۶۹۲۴ | ۳۴۱۷۴۳۷ | ا نس |
| معاون (عہ) | ۱۱۵ | ۲۲ | ۰۵ | ۰ | ۰۴۴ | ۰۳۶۱ | | | | | |
| | ۱۸۰ | ۰ | ۰ | | | | ۳ | ۱۵۶ | ۷۰۹۴ | ۱۴۳۴۴۴۷ | |
| | لوک | اَ | = | ۳ | ۳۲۲ | ۴۳۵۹ | | | | | |
| ب (ما) | ۴۰ | ۲۰ | ۱۰ | ۱̅ | ۸۱۱ | ۰۸۵۷ | ۳ | ۱۵۶ | ۷۰۸۳ | ۱۴۳۴۴۴۸ | ج نس |
| ج (معاون) | ۶۸ | ۱۳ | ۱۳ | ۱̅ | ۹۶۷ | ۸۳۴۷ | ۳ | ۳۱۳ | ۴۵۸۳ | ۲۰۵۸۶۰۹ | ب نس |
| نس (بہ) | ۷۱ | ۲۶ | ۳۷ | ۰ | ۰۲۳ | ۱۸۹۷ | | | | | |
| | ۱۸۰ | ۰۰ | ۰۰ | | | | ۳ | ۱۵۶ | ۷۰۹۴ | ۱۴۳۴۴۴۷ | اوسط |

لہ صورت ۳ میں ۳۶۰° ـ ج لینا چاہیے بجائے ج کے ۔

۲ه جب $\frac{لا + ما}{۲}$ < ۹۰° ، $\frac{لا - ما}{۲}$ کی وہی علامت ہوتی ہے جو فہ ـ ۴۵° کی ہوتی ہے ۔
جبکہ $\frac{لا + ما}{۲}$ > ۹۰° ، $\frac{لا - ما}{۲}$ کی علامت مختلف ہوتی ہے فہ ـ ۴۵° سے

۳ه $\frac{لا + ما}{۲}$ کی علامت ہمیشہ + ہوتی ہے ۔
اگر ج + عہ + بہ = ۱۸۰° تو یہ مسئلہ ناقابل حل ہو جاتا ہے ۔

صورت اول　　صورت دوم　　صورت سوم

نوٹ :۔ مندرجۂ بالا سے معلوم ہوگا کہ زاویہ ا ج ج اور نس معاون مقامہ کے درمیان ہے وہ ۱۷° ۴۹' ۱۸" ہے اس کا مقابلہ اسی زاویہ سے جو حقیقی طور پر مشاہدہ شدہ ہے کرو یعنی ۱۷° ۴۹' ۱۷" ہے جیسا کہ اس کو شوارہ میں دیا گیا ہے جو فقرہ ۸ میں ۔ یہ صرف مثال کے طور پر دیا گیا ہے ۔

(۲۰)

**(۱۳) فارم ک** ـــــ بعض اوقات ایسا ہوتا ہے کہ کسی پہاڑی کی چوٹی پر جو جگہ پسندیدہ ہوتی ہے اس جگہ پر کوئی مقبرہ یا مندر یا کوئی اور مستقل عمارت موجود ہوتی ہے، اور اس وجہ سے کہ مثلثائی کو جاری رکھا جائے یا تیسرے تقاطع لینے ہوں تاکہ خاص متقاطع نقاط کو قائم کر لیا جائے اور اگر ایسا نہیں کیا گیا تو ان کا پوشیدہ ہو جانا یقینی ہے، اس پہاڑی پر ایک مقامہ کا ثبت کرنا ضروری ہو جاتا ہے۔ بہت سی کتابوں میں ایک ایسے مقامہ کی مثال یا تشریح دی جاتی ہے جس کو "تابع" مقامہ کے نام سے ہندوستان میں پکارا جاتا ہے، اور امریکہ میں ایک خارج المرکز مقامہ کے نام سے۔ پڑھنے والا اس خیال پر جا پڑتا ہے کہ ایک "تابع" مقامہ عام طور پر پایا جاتا ہے۔ دراصل یہ صورت حال نہیں ہے۔ بہترین مثلثائی میں جو اس وقت تک کی گئی ہے اس میں یہ کبھی استعمال نہیں ہوا۔ ورثلاثی یا ادنیٰ درجہ کی مثلثائی میں اس کی موجودگی خال خال ہے، وجہ یہ ہے کہ تھوڑی سی دوراندیشی سے یا ایک معاون مقامہ سے جیسا کہ گزشتہ فقرہ میں ذکر کیا جاچکا ہے اس قسم کے مقامہ سے بچ سکتے ہیں۔

زیادہ سے زیادہ ممکن موقع جس میں یہ صورت پیش آتی ہے وہ مشکوک نقاط کے تقاطع ثانی میں ہوتا ہے۔ مثلاً کسی شہر کی پیمائش میں اگر ایک جھنڈے کو جو کسی برج پر نصب ہے مقاموں سے تقاطع کیا گیا ہے اور اس بات کی ضرورت محسوس ہوئی کہ کوئی مقامہ اس برج پر قائم کیا جائے اس لیے کہ محل عین جھنڈے کے نیچے ہونا ناممکن ہوگا تو ایسی صورت میں زاویہ گیر کسی موزوں جگہ پر نصب کر لیا جاتا ہے، فرض کرو نما پر (دیکھو شکل حالت اول۔ تختہ ف)، ب اس میں جھنڈا ہے اور ا اور س وہ مقامے ہیں جن سے ب کو پڑھا گیا تھا۔

نما پر زاویہ گیر کو مقناطیسی شمال میں قائم کیا اور مقروأت

ا، ب، ج زاویوں کے اُس ہی احتیاط سے لیے جیسے کہ مقامہ جات پر۔
متقناطیسی شمال ایسی حالت میں صفر مقامہ ہے اور زیرین تختی اس سمت
میں باندھ دی جاتی ہے۔ ز ب کو بہت احتیاط سے فیتہ سے ناپ لیا
جاتا ہے۔

اُن زاویوں کو جو ز پر ہوں ب کے زاویوں میں تحویل کرنے
کے لیے مندرجۂ ذیل عمل کرتے ہیں:۔

مثلث ا ب ج میں زاویے ا اور ج اور قاعدہ ا ج معلوم ہیں۔
ان معطیات سے ہم ا ب اور ب ج اضلاع کی ایک تقریباً بالکل
صحیح قیمت معلوم کر سکتے ہیں۔ مثلث ا ز ب میں زاویہ ا ز ب
(ز) کا مشاہدہ کیا جا چکا ہے، ز ب (اَ) کو ناپ لیا گیا ہے اور
ا ب (ز) معلوم ہے، اگر ہم زاویہ ز ا ب کی قیمت ثانیوں میں لیں
تو ہم کو اُس کی قیمت معلوم ہو گی {(ز ب) × (جب ا ز ب)}
÷ {(ا ب) × (جب ا ثانیہ)} جس میں نسبت ز ب / جب اً مستقل ہوتی ہے

مثلث ا ز ب میں اس لیے

زاویہ ا (ثانیوں میں) = اَ / جب اً × جب ز / ز

اس لیے لوک زاویہ ا ثانیوں میں

= لوک اَ + لوک جب ز ۔ لوک ز ۔ لوک جب اً ثانیہ

جب کہ لوک جب ا ثانیہ = ۶٫۶۸۵۵۷۴۹

(۲۰)

اس سے ہم کو وہ تقسیم رسدی حاصل
ہوئی جو متقناطیسی سمت میں ز ا میں کی جائے گی
تاکہ ب ا حاصل ہو جائے، اور اسی طرح ز ج کی سمت میں ب ج کی سمت
حاصل کرنے کے لیے۔ ب ج کی متقناطیسی سمت میں سے تفریق کرنے سے
ہم کو درمیانی زاویہ ا ب ج حاصل ہو جاتا ہے۔ اور یہ ظاہر ہے کہ متقناطیسی
سمتوں کی کوئی وقعت نہیں ہے جب کہ تحویل پوری طرح کر لی جائے۔
جب ز کی علامت کو بہت احتیاط سے خیال میں رکھنا چاہیے۔ اور

اس قسم کی غلطیوں کے احتمال کو دُور کرنے کے لیے یہ اچھا ہوگا کہ ایک شکل جس میں شمال کی سمت ہو بنالی جائے اور علامت اُس ہی کے موافق لگالی جائے۔ مثال میں اگر ج ا ٹھیک شمال کی طرف ہے تو پھر ز ا کی جہت ب ا کی جہت سے زیادہ ہوگی اور زاویہ ز ا ب کو ب ا کی سمت حاصل کرنے کے لیے ز ا کی سمت سے تفریق کرنا پڑیگا۔

عمل کو ظاہر کرنے کے لیے ایک مثال ذیل میں حل کی جاتی ہے:-

فرض کرو کہ زاویہ گیر ج مقامہ کے نشان پر نصب نہیں کیا جاسکتا اور ذیل کے مشاہدے ج سے ایک مقامہ کے نقطہ جَ = ۱۲۹ دقیقہ ۴ ثانیے سے کیے گئے تھے۔ زاویے جو جَ سے ج کو تحویل کیے جائیںگے ان کو اصلی مشاہدوں سے جو ج سے کیے گئے ہوں مقابلہ کرنا چاہیے (دیکھو پلیٹ ا)۔

| | ° | ′ | ″ |
|---|---|---|---|
| جَ پر مقناطیسی شمال ہے | | | |
| ″ ″ سے مقامہ د کو | ۲۰۴ | ۰۵ | ۵۸ |
| ″ ″ ″ ب کو | ۲۷۶ | ۵۴ | ۳۶ |
| ″ ″ ″ ا کو | ۳۱۶ | ۳۸ | ۵۶ |
| ″ ″ ″ ج کو | ۳۲۹ | ۲۵ | ۲۶ |

**تختہ گ**

لوک $\frac{1}{\text{جب }1''}$ = مستقل لوک = ۱۰ + ۳ ۱۱۱۶۹۹۳ ، ۲ ـ ۴۹ ، ۶۸۵۵ ، ۴ = ۴ ۶۱۱۴۴ ۲ ۲ ۴ ۴[1]

| مقامہ | معطیات | لوکارتمی حسابی عمل | | تقسیم رسدی |
|---|---|---|---|---|
| | مستقل لوک | ۷ | ۴۲۶۱۲۴۴ | |
| | لوک جیب ب (زاویہ ب جَ ج) | ۱̄ | ۸۹۹۵۴۷۴ | |
| | میزان | ۷ | ۳۲۵۶۷۱۸ | ب سے جَ کی سمت = ۲۷۶° ۵۴′ ۳۶″ |
| | لوک ز (ب جَ) | ۳ | ۵۳۵۵۴۰۱ | |
| | لوک اَ ثانیوں میں | ۳ | ۷۹۰۱۳۱۷ | زاویہ جَ ب ج = ۱° ۴۲′ ۱۷″ |
| | = ا | | ۶۱۶″ = ۱° ۴۲′ ۴۷″ | لہٰذا سمت ج کی ب کو = ۲۷۵° ۱۲′ ۱۹″ <br> [2] زاویہ درمیانی ب ج ا = ۴۱° ۴۳′ ۰۳″ |
| | مستقل لوک | ۷ | ۴۲۶۱۲۴۴ | سمت ا سے جَ کو = ۳۱۶° ۳۸′ ۵۶″ |
| | لوک جیب ز (زاویہ ا جَ ج) | ۱̄ | ۳۴۴۶۳۳۹ | زاویہ ا ج ا = ۲۴′ ۱۳″ |
| | میزان کل | ۶ | ۷۷۰۷۵۸۳ | ∴ سمت ج سے ا کو = ۱۶° ۲′ ۱۵″ ۴۳ |
| | لوک ز (ا ج) | ۳ | ۶۲۲۶۸۷۴۳ | [2] زاویہ درمیانی ب ج ا = ۴۱° ۰۳′ ۴۳″ |
| | لوک ا ثانیوں میں = ا | ۳ | ۱۴۳۸۸۴ = ۱۳۹۴″ = ۲۳′ ۱۴″ | |

[1] جیب ز / ز = جیب ز ا ب / ا ب ۔ لیکن چونکہ زاویہ ز ا ب بہت چھوٹا ہے = ثانیوں کی تعداد ز ا ب میں × جیب ۱″ اس لیے اگر ا = تعداد ثانیوں کی جو ز ا ب میں ہے تب $\frac{\text{جب ز}}{\text{ز}} = \frac{1 \times \text{جب }1''}{\text{ا}}$ یا $1 = \frac{1}{\text{جب }1''} \times \frac{\text{جب ز}}{\text{ز}}$ یعنی $\frac{\text{ز}}{\text{جب }1''}$ ۔ ایک مستقل ہوتا ہے۔

[2] یہ زاویہ اس طرح حاصل کیا جاتا ہے کہ اس سمت کو جو ایک مثلث کے حل کرنے سے حاصل ہو اس کو دوسرے مثلث سے حاصل کی ہوئی سمت میں سے تفریق کر دیا جاتا ہے۔ تختہ کے دونوں خانوں میں حاصل شدہ قیمت کا اندراج کر دینا چاہیے۔ مقامہ ج پر جو زاویہ ہے وہ درمیان ا اور ب کے ہے (فقرہ ۲۰ شے)۔

بعض اوقات ایسا ہوتا ہے کہ زاویوں کے ایک دور میں کسی خاص مقام سے کوئی مقام جس کا مشاہدہ ضروری ہوتا ہے وہ دکھائی نہیں دیتا تو ایسی حالت میں آلہ کو ایسی جگہ لے جاتے ہیں جہاں سے کہ یہ مقامہ مرئی ہو اور اُسی ترکیب سے جو کہ اُوپر بیان کی گئی ہے زاویہ کی تحویل اصلی نشان میں کی جاتی ہے۔

تابع مقامہ جات کے زاویوں کی تحویل صحیح ہوتی ہے لیکن یہ بہت محنت کا کام ہے اور سومی درجہ کی پیمائش کے مختصر سلسلوں کے لیے جو انجینیر کو چلانے پڑتے ہیں یہ بتا دینا غلط نہ ہوگا کہ ایک معاون مقامہ بنا لیا جائے اور اُس کو اُسی طرح حل کیا جائے جیسا کہ تختہ ف میں دکھایا گیا ہے۔

## (۱۴) ایک مثلث کے دو اضلاع اور ان کا درمیانی زاویہ معلوم ہے تیسرے ضلع کو حل کرنا

اس باب کے کسی پچھلے فقرہ میں جیسا کہ بیان کیا جا چکا ہے بعض دفعہ ایسا پیش آجاتا ہے کہ ایک ضلع مثلثائی کی توسیع کے لیے مطلوب ہوتا ہے یا یہ کہ پیمائش شدہ بنیادی خط سے مثلثائی کی توسیع میں یہ مطلوب ہوتا ہے کہ اس کی صحت کی پڑتال کی جائے۔ مثال میں ہم کو یہ فرض کرنا ہے کہ ا اور د کے درمیان کوئی دو طرفی مشاہدے نہیں کیے گئے ہیں۔ اور ہم یہ چاہتے ہیں کہ توسیع کی صحت کو بنیادی خط ا ب سے پڑتال کریں۔ یعنی ہم ا سے د تک کا فاصلہ معلوم کرنا چاہتے ہیں۔

ذیل کے ضابطے اس تختہ میں کام میں آتے ہیں:-

تختہ ھ کے لیے ملاحظہ ہو صفحہ ۳۴۔

$$\text{مس}\ \frac{\text{ا - ب}}{۲} = \frac{\text{اَ - بَ}}{\text{اَ + بَ}} \times \text{مم}\ \frac{\text{ج}}{۲} \quad \text{اور جَ} = (\text{اَ + بَ})$$

$$\text{جب}\ \frac{\text{ج}}{۲}\ \text{قط}\ \frac{\text{ا - ب}}{۲}$$

## دو اضلاع اور مشمولہ زاویہ سے تیسرے ضلع کو محسوب کرنا

| مثلث | معطیات | ضابطہ<br>مس (ا − ب)/۲ = (ا − ب)/(ا + ب) مم ج/۲ | لوکارتمی حسابی عمل | | (ا − ب)/۲ کی قیمت | ضابطہ<br>ج = (ا + ب) جب ج/۲ × قط (ا − ب)/۲ | لوکارتمی حسابی عمل | | تیسرے ضلع کی لمبائی فٹوں میں | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| مثلث ابد | ب د = ۳۴۹۴٫۲۰<br>اب = ۲۷۹۲٫۲۶<br>زاویہ اب د = ۱۲۰° ۲۳′ ۹٫۵″ | ب د + اب = ۶۲۸۶٫۴۶<br>ب د − اب = ۷۰۱٫۹۴<br>ج/۲ = ۹۰° ۱۲′ ۰۰″ | حسابی مشترک لوک<br>لوک<br>لوک مم<br>لوک مس | ۴̅٫۲۰۱۵۹۳۹<br>۲٫۸۴۶۲۳۰۰<br>۳̅٫۷۵۷۹۳۱۴<br>۲̅٫۸۰۵۸۲۵۲ | ۴° ۳۹′ ۳۲″ | ب د + اب = ۶۲۸۶٫۴۶ | لوک<br>لوک جب<br>لوک قط<br>لوک | ۳٫۷۹۸۴۰۶۱<br>۱̅٫۹۹۳۸۴۰۴<br>۰٫۰۰۰۹۰۲۴<br>۳٫۷۹۳۷۷۱۰۹ | ۵۴۶۶٫۵۲ | اد |
| مثلث اج د | ج د = ۲۱۰۱٫۰۵<br>اج = ۴۲۳۵٫۲۰<br>زاویہ اج د = ۱۱۵° ۱′ ۱۵″ | اج + ج د = ۶۳۳۶٫۲۵<br>اج − ج د = ۲۱۳۴٫۱۵<br>ج/۲ = ۵۷° ۰′ ۵۶″ | حسابی مشترک لوک<br>لوک<br>لوک مم<br>لوک مس | ۴̅٫۱۹۸۱۹۷۶<br>۳٫۳۲۹۲۲۵۰<br>۱̅٫۸۰۳۹۲۷۱<br>۱̅٫۳۳۳۳۱۹۷ | ۱۲° ۴′ ۳۵″ | اج + ج د = ۶۳۳۶٫۲۵ | لوک<br>لوک جب<br>لوک قط<br>لوک | ۳٫۸۰۱۸۳۲۴<br>۱̅٫۹۲۴۱۰۴۲<br>۰٫۰۰۹۷۱۹۱<br>۳٫۷۴۶۵۵۷ | ۵۴۶۵٫۸۳ | اد |

ا د کی دونوں قیمتوں کے اوسط کو صحیح مان لینا چاہیے اور ان قیمتوں کا مقابلہ
اُن قیمتوں سے جو ۲ اور ۳ مثلثوں کے لیے تختہ د میں دی گئی ہیں، کرنا چاہیے۔
مثلثائی کو اب تیار کرلیا جاتا ہے اور اس کا توازن حصری تختہ
۱ سے کرلیا جاتا ہے۔ اور ایک چارضلعی شکل ا ب د س
بطور مثال کے حل کر دی گئی ہے تاکہ اس کے موافق عمل کیا جائے
اور بعض ایسے حالات جو اس کے متعلق حصہ اول کے حصری پیمائش کے باب
میں پہلے بیان کیے جا چکے ہیں یہاں دوبارہ دیدیے گئے ہیں۔

## (۱۵) تختہ ۱ — مستطیل محددوں کا حسابی عمل۔

اِس تختہ کی تشریح سب سے زیادہ اس طرح ہوتی ہے کہ ایک مثال ایسی
لی جاتی ہے جس میں ا کو مبدا مانا گیا ہے۔ اور ا سے ب یعنی خط
ا ب کی جہت ۱۹۲° ۱۲' ۴۵" دی گئی ہے۔ دَور اس صورت میں
ا ب د ج ا ہے اور یہ مخالف سمتِ ساعت لیا گیا ہے اس لیے
کہ حصری پیمائش میں داخلی زاویے مشاہدہ کیے جاتے ہیں اور یہ ایک
بند دَور ہے اس لیئے کہ اس کا ابتدائی اور اختتامی نقطہ ایک ہی ہے۔
ایک بند دَور میں داخلی زاویوں کے مجموعہ کی اقلیدس مقالہ ا شکل ۳۲،
نتیجۂ صریح ۱ کی رُو سے ایک خاص مقدار تک تقسیم رسدی کرلی جاتی
ہے۔ اور ایک طویل حصری خط کی السمت کی پڑتال سے السمت کی درستی استدقاق
کی تقسیم رسدی سے کردی جاتی ہے۔ مثلثائی کے محددوں کے حسابی عمل
کرنے میں زاویے ثانیوں تک لیے جاتے ہیں لیکن حصری پیمائش
میں زاویے صرف دقیقوں تک ہی لینا ضروری ہوتے ہیں سوائے
بلدی پیمائش کے جو بڑے پیمانے پر ہو۔ ایسی حالت میں زاویے ایک
اکیسر پیما کی درجہ بندی کے پورے صحیح حصوں تک لینا چاہییں۔ تیسرے کالم میں
تمام سمتیں جہات ہیں، یعنی وہ سطح زمین پر ایک مقررہ نصف النہار سے سمتیں ہیں
اس لیے اگر کوئی السمت ابتدا کے نصف النہار سے مشرق یا مغرب میں کچھ فاصلہ پر
لی جائے، اور کسی فلکی شخص کے حوالہ سے زاویئی پڑتال کے لیے اس کی کوئی السمت معلوم

کر لی جائے یا حصری کو مثلثائی کے کسی مقام سے وابستہ کر دیا جائے تو اس میں نصف النہاروں کے استدقاقوں کا فرق السمتوں میں لگا دینا چاہیے تاکہ ان کی جہتیں صحیح صحیح حاصل ہو جائیں۔

نصف کرۂ شمالی میں استدقاق ± ہوتا ہے اگر طول بلد مغرب یا مشرق ہے اور جنوبی نصف کرہ میں اس کے برخلاف۔ استدقاق نکالنے کا طریقہ حسب ذیل ہے: مستقل لوک فٹوں میں (۴٫۲۱۶۲) لوک مس عرض بلد میں (جو معیاری نقشے سے اندازاً حاصل کیا جائے) جمع کر دو اور لوک طول بلد فٹوں میں (جو سرسری نقشے سے حاصل کیا جائے) اور نتیجہ لوک استدقاق منٹوں میں ہوگا۔ استدقاق ۳۰ درجہ کے عرض بلد میں تقریباً ½ دقیقہ فی میل ہے یعنی ۴̄٫۲۱۶۴ + ۱̄٫۷۶۱۴ + ۳٫۷۲۲۶ = ۱̄٫۷۰۰۴ = ½ دقیقہ۔

مثلثائی حل کرنے میں اگر اضلاع زیادہ طویل ہیں تو ۷ ہندسوں تک لوک لینے چاہییں۔ نصف النہار اور اس کے عمود پر فاصلے معلوم کرنے کے بعد جہات کے ربعات کے لحاظ سے ان کو اپنے اپنے خانوں میں رکھ دیا جاتا ہے۔ حصری کے توازن کرنے کے لیے کالموں کی میزان لگائی جاتی ہے فرق شمالاً اور جنوباً اور فرق شرقاً اور غرباً بند دور میں مساوی ہونے چاہییں، یا بالفاظ دیگر اس لیے کہ حصری پیمائش مبدا پر پھر لوٹ کر آ جاتی ہے طول بلد "مغرب" کی سمت کا "مشرق" والے کے برابر ہونا چاہیے اور عرض بلد شمالی "عرض بلد و جنوبی" کے مساوی ہونا چاہیے۔ فرض کرو + ۲۳٫۳ فٹ کی خطا ہے۔ یہ مقدار ایک بند دور میں نصف کر دینی چاہیے اور ۱۲٫۱ فٹ کم میزان میں جمع کر دینا چاہیے اور ۱۱٫۲ فٹ زیادہ بڑی میزان میں سے تفریق کر دینا چاہیے اور پھر ۱۲٫۱ فٹ کو مختلف رقموں میں جو میزان میں شامل ہیں بحصہ رسدی تقسیم کر دینا چاہیے۔ ایک حصری جو بند دور نہیں ہے اور جس کے ابتدائی اور اختتامی محدد معلوم ہوں تو طول بلد اور عرض بلد کا فرق بھی اس لیے معلوم ہو جاتا ہے، اور حصری کی کامل درستی کے ساتھ بند ہونے کے لیے یہ ضروری ہے کہ طول بلد اور عرض بلد کی میزانوں کے فرق مساوی ہوں ان معلوم شدہ محددوں کے فرقوں کے

اگر یہ بات نہیں ہے تو خطا کی تقسیم اُسی طرح ہونی چاہیئے جس طرح پر کہ بیان کی گئی ہے ۔

آخری دو مثالیں جو تختہ پر دی گئی ہیں معاون مقامہ اور ایک تقاطع نقطہ کے محدد معلوم کرنے کے لیے ہیں ۔ رقبہ کے معلوم کرنے کا طریقہ یہ ہے کہ ترتیب وار محددوں کو نصف النہار کے فاصلوں سے ضرب دیدیا جائے اس کو حصری کے بیان میں باب پنجم حصہ اول میں بیان کیا جاچکا ہے ۔

(۴۶) (۱۶) **کُروی ایزادی** ـــــ اُن مثلثوں میں جن کا رقبہ ۷۶ مربع میل یا زائد ہو تو تینوں زاویوں کا صحیح صحیح مجموعہ ۱۸۰° سے زیادہ ہوگا اور بطور ایک تخمینی قاعدہ کے یہ کُروی ایزادی ثانیوں میں مساوی ہوتی ہے $\frac{\text{رقبہ مربع میلوں میں}}{۷۵٫۵}$ ۔ اِس طرح ایک مثلث جس کا رقبہ ۷۶ مربع میل ۱ ثانیہ کُروی ایزادی رکھتا ہے اور ایک مثلث متساوی الاضلاع ۱۰۰ میل اضلاع کا تقریباً ایک دقیقہ کی ایزادی ۔

(۱۷) **ایک خط کا دِکھاؤ** ـــــ جب دو مقامہ جات ایک دوسرے سے نہ دکھائی دیں بوجہ درختوں اور جھاڑیوں کے جنگل کے بلند ہو جانے کے جو برسوں گزرنے کے بعد اُگ آتے ہیں تو اُس وقت کرن کے نمایاں کرنے کی ضرورت ہوتی ہے ۔ دن میں دھوپیں کے بلند ستون اور رات کو مشعل لمبے فاصلوں پر اکثر سمت کی نشاندہی میں ناکامیاب ثابت ہوتے ہیں اور اس وقت صحیح سمت کی اس لیے ضرورت ہوتی ہے کہ لوگوں کی ملکیت کا نقصان ضرورت سے زیادہ بالکل نہ ہو ۔

اگر ایک مقامہ کے السمت کا اندراج دوسرے تک کا موجود ہے تو پھر یہ ضروری ہے کہ ایک فلکی شخص کا مشاہدہ کرلیا جائے تاکہ مقامہ کا نصف النہار معلوم ہوجائے اور اندراج شدہ السمت کو زمین پر لگا دیا جائے ۔ لیکن ایسی صورت میں کہ کوئی اندراجات ایسے موجود نہ ہوں اور ایک حد کو ایک نقطہ سے دوسرے نقطہ تک قائم کرنا مطلوب ہے باوجود اس کے کہ ایک پہاڑی بھی حائل ہو تو پھر اس کے لیے ایک طریقہ ذیل میں درج کیا جاتا ہے :ـــ

ایک حصری ایک مقامہ سے دوسرے مقامہ تک ڈالی جاتی ہے ۔

محدودوں کو حل کر لیا جاتا ہے اور ان سے نصف النہار پر فرق (لا) اور طول بلد (ا) مقامات کے درمیان حاصل ہو جاتا ہے۔ کرن کی سمت براہِ مستقیم اِن مقامات کے درمیان اس طرح معلوم کی جاتی ہے:-

لا/ا = حم اُس زاویہ کا، جو ایک خطِ مستقیم شمال سے بناتا ہے اور چونکہ لا/ا معلوم ہے اس لیے زاویہ بھی معلوم ہو جاتا ہے جس کو اُس نصف النہار سے جو اس مقام میں گزرتا ہے لگا لیا جاتا ہے۔

دُوسرا طریقہ اِس شکل کو دُور کرنے کا یہ ہے:-

سرسری نقشہ پر فرض کرو کہ خط ج د کا دکھاؤ کرنا ہے۔ دو مقامات ا اور ب ایسے انتخاب کرو کہ جہاں سے ایک دوسرے کو دیکھ سکیں اور جہاں سے ج اور د بھی دکھائی دیتے ہوں۔ خط ا ب کو اکائی مان لو۔ ا ب ج مثلث کو حل کر لو اور ب ج کو معلوم کر لو اور ا ب د کو بھی حل کر لو اور ب د کو معلوم کر لو (تختہ د)۔ اس کے بعد مثلث ب ج د کو (تختہ ہ) حل کرو اور زاویہ ب ج د معلوم کر لو۔ اب چونکہ زاویہ ا ج ب معلوم ہے تو پھر سمت ج د نقطہ ج سے خواہ ا کو یا ب کو صفر مقامہ رکھ کر زمین پر خطیا لیتے ہیں۔

نوٹ۔ اس حل کے طریقے کا دو نقاط کے مسئلۂ عملی سے جو باب ہفتم حصۂ اول میں تختۂ سطح کے بیان میں دیا گیا ہے مقابلہ کرو۔

## (۱۸) مثلثائی کے متعلق چند اشارات

مشاہدہ کے وقت اختلافِ منظر نہیں ہونا چاہیے (یہ سب سے زیادہ خطا کا باعث ہو جاتا ہے) یعنی آنکھ کو اگر اُفقی زاویوں کے لیے ادھر اُدھر حرکت دیں اور اوپر اور نیچے انتصابی زاویوں کے لیے تو دیا فرام کے تار اور شخص تقاطع شدہ میں کوئی "جنبش[۱]" نہ معلوم ہو۔ اگر کوئی ایسی جنبش[۱] ہو تو اس سے

(۲۷)

---

[۱] Wobble = ڈگمگانا (کمیٹی)۔

معلوم ہوتا ہے کہ اختلافِ منظر موجود ہے اس کو زائل کر دینا چاہیے نقطۂ ماسکہ چونکہ لاتناہی ہوگا تو اختلافِ منظر کو اگر ایک دفعہ دُور کر دیا جائے تو پھر چشمے کو یا دہانہ کو ترتیب دینے کی ضرورت نہیں ہونی چاہیے۔

اُفقی اور انتصابی زاویوں کو ایک ہی دفعہ اور وقت میں مشاہدہ کرنے سے بچتے رہو۔ یہ یقین کے ساتھ نہیں کہا جا سکتا کہ آیا اس طریقہ سے آخر میں وقت میں بچت ہوگی اور یہ تو یقینی بات ہے کہ اُفقی زاویوں کی صحت میں فرق ہو جاتا ہے۔

جس وقت کرۂ ہوا میں "اُبال" ہو یا تھرتھراہٹ ہو جیسا کہ اکثر معتدل ممالک میں ہوتا ہے تو اسوقت زاویوں کے مشاہدہ سے بچنا چاہیے۔ دو مقاموں کے ایسے موقعے کہ جو خط ان دونوں کو ملائے وہ ایک درمیانی پہاڑی یا ٹیلے کے ٹھیک اوپر سے یا اس سے ذرا سا بچتا ہوا جائے اور جس سے کرۂ ہوا میں درمیانی تموج پیدا ہو پسند نہیں کرنے چاہئیں۔ ایسے خطوط کو "چاٹنی کرنیں" کہتے ہیں۔

آلہ کی ترتیب بالکل مکمل ہونی چاہیے اور اس لیے کہ مثلثائی میں مشاہدے اُن نقاط کے کیے جاتے ہیں جو ارتفاع میں بہت مختلف ہوتے ہیں، تو دُوربین کے پایوں کی ترتیب کا اس طور سے کہ دُوربین انتصابی سطحوں میں گھومے بہت خیال ہونا چاہیے (دیکھو باب سوم حصۂ اول)۔

بہت احتیاط سے آلے کی تپائی کا امتحان کر لینا چاہیے کہ ہلتی تو نہیں اور زاویوں کے مشاہدہ کے کام سے پہلے اگر ضرورت ہو تو اس کی ڈھبریاں کس دی جائیں۔

تپائی کی ٹانگیں زمین میں اچھی طرح گاڑ دینی چاہییں اور مُشاہدِ جس وقت شخص کا تقاطع کرے دوربین کے براہِ راست عقب میں کھڑا ہو اور براہِ راست کسر ناؤں کے اوپر ہو جس وقت وہ زاویے پڑھے۔ شماروں کا اندراج بالکل اسی طرح ہونا چاہیے جس طرح کہ وہ پڑھے جائیں۔

له object glass = دہانہ

آلہ کی مرکز اندازی احتیاط سے کرنی چاہیئے اور اس طرح علامات کی بھی - یہ یاد رہے کہ جس قدر چھوٹے ضلعے ہونگے اُسی قدر زیادہ خطا بد مرکزیت کی وجہ سے ہوگی -

معمولی ادنے درجہ کی تلاثی[1] مثلثائی کے لیے پانچ انچ کا مروری زاویہ گیر جو ۲۰ ثانیہ تک پڑھے اور جس کا عدسہ اچھا ہو کام کے لیے ہمارے خیال میں اچھا ہے اور اس کی سفارش کی جاتی ہے تپائی کا اگر ممکن ہو تو ایک رواں راس ہو اور اس سے بہتر یہ ہے کہ یہ رواں راس آلہ میں لگا ہوا ہو -

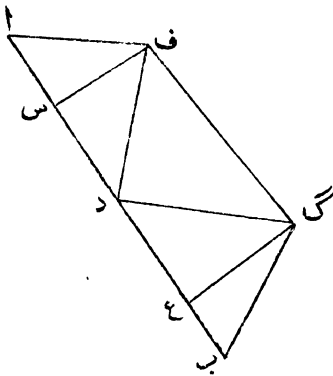
ایک زاویہ گیر کے عدسہ کے متعلق یہ ہے کہ عمدہ عدسہ سے بعید شخص بہت جلد پیچ کی بہت خفیف مروڑ سے ماسکہ میں آ جاتا ہے اور خارج ہو جاتا ہے - عدسہ کے امتحان کے وقت جب اس کو کسی بجلی کے موصل یا کلس پر مرتکز کیا ہو اور اگر تار شخص کو کاٹ رہا ہے تو ماسکہ اور خارج از ماسکہ ہونے کی حالت میں یہ تار کاٹتا ہی رہے - اگر یہ نہیں کاٹتا تو اس سے یہ ظاہر ہوتا ہے کہ ماسکہ نلی ڈھیلی ہے یا اس کی اچھی طرح گھسائی اور جڑائی کاریگر نے نہیں کی - اس کو صرف آلہ ساز ہی درست کر سکتا ہے - (۲۸)

اگر کام کی رفتار اچھی چاہیے تو پھر ایک ماسکہ تمام مشاہدوں کے لیے کافی ہے - مثلثائی میں یہ بہت کم ہوتا ہے کہ ماسکہ کی تبدیلی کی ضرورت ہو اس لیے کہ مقامہ جات عام طور پہ دوربین کے لاتناہی ماسکہ سے پرے ہوتے ہیں -

پیچ پایوں کو اُفقی زاویوں کے پڑھنے میں ہاتھ نہیں لگانا چاہیے اس خیال سے کہ اگر اس پیچ پائے کا محور جھکا ہوا ہے تو پھر تمام آلے کو ایک اُفقی جنبش یا لڑکھڑاہٹ ہو جائیگی اور خطا ان شماروں کے دور میں جا پڑیگی - آلے کا تھوڑا سا غیر تسطیح ہونا اُفقی زاویوں کو تبدیل نہیں کریگا اور مشاہد اپنا اطمینان کرنے کے لیے آلہ کو آزما کر دیکھ سکتا ہے -

**(۱۹) بنیادی خطوط کے متعلق** ——— یہ بہتر ہے کہ کم لمبان

[1] سومی ۵۲ مقروائمت

کے بنیادی خط کو ہموار قطع زمین پر نہایت درستی اور مکمل صحت کے ساتھ ناپنا زیادہ اچھا ہے بہ مقابلہ اس کے کہ ایک زیادہ لمبا قاعدہ ناموافق حالات میں کم صحت کے ساتھ ناپا جائے۔ ایک بنیادی خط کی پڑتال چند نقاط کچھ فاصلوں پر بنیادی خط کے اوپر لے کر اس طرح کی جا سکتی ہے کہ خط کو تین یا زائد حصوں میں تقسیم کر لیا جائے اور زاویہ گیر کو دو یا زائد نقاط پر نصب کرکے سڈول مثلث بنا لیے جائیں اور مطلوبہ زاویے پڑھ کر اور آخر میں بنیادی خط کے آخری حصہ پر بند کر دیا جائے۔

شکل ۴ میں زاویہ گیر ا، س، د، ع، ب، ف اور گ پر نصب کیا جاتا ہے اور اس کے تمام زاویے پڑھ لیے جاتے ہیں۔ ا س کو تمام بنیاد ا ب کا ایک حصہ مان کر اور مثلث ا س ف کا قاعدہ بھی مان کر س د، د ع اور ع ب تختہ د پر حل کیے جا سکتے اور اس طرح ا ب کی تمام لمبائی معلوم ہو جاتی ہے اور خط کے ٹکڑے علیحدہ علیحدہ پڑتال میں آ جاتے ہیں۔ اگر آلے کو علامات پر بہت اچھی طرح ہم مرکز کر لیا ہے تو یہ پڑتال نہایت مکمل ہو جاتی ہے اور تمام خط کے کسی قطعہ میں بڑے تفاوت کو ظاہر کر دے گی۔

شکل ۴

ا
ف
س
د
گ
ع
ب

طالب علم کو اس موقع پر اس بات پر توجہ دینی چاہیے کہ اگر اس د ع اور ب ایک ہی خطِ مستقیم پر واقع نہیں ہیں تو ا سے ب تک کا

فاصلہ بخطِ مستقیم ان کے مستطیلی محددوں کی قیمت حل کرنے سے معلوم ہو جاتا ہے۔ اور طول بلد اور نصف النہار کے فرق ایک ایسے مثلث قائم الزاویہ کے دو ضلعے بن جائینگے جس کا وتر ا ب ہے اور یہ معلوم کیا جا سکتا ہے۔ اسی طرح سے ف گ ایک پُل کے دو پایوں کا درمیانی فاصلہ صحیح دریافت کیا جاتا ہے اور نقاط ف اور گ کے درمیان درمیانی پائے نظیائے جا سکتے ہیں، اور ف یا گ، دونوں میں سے کسی کو صفر مقام بنا کر د پر خاص زاویے (جو علم مثلث سے دریافت کر لیے جاتے ہیں) بنا لیے جاتے ہیں۔

## (۲۰) اوسط سمندری لیول پر بنیادی خطوط ــــــ ایک (۲۹)

بڑی مثلثی پیمائش کے تمام مثلث، کروی سطح زمین پر بنیادی خط کے لیول میں تطلیل کر لیے جاتے ہیں اور اس کے بعد اوسط سمندری لیول پر یعنی (ا-س-ل)۔ اس کا عمل اس طرح کیا جاتا ہے: پہلے ایک دیے ہوئے مثلث کے دو ضلعے افقی (کروی) سطح پر تطلیل کر لیے جاتے ہیں، یہ سطح، مثلث کے پست ترین زاویہ میں گزرتی ہے۔ اس دیے ہوئے مثلث کا ایک ضلع دوسرے مثلث کا ضلع ضرور ہونا چاہیے، اور یہ ضلع پہلے ہی سے دوسرے مثلث کے پست ترین زاویے میں سے گزرنے والی سطح کے لیول میں کیا جا چکتا ہے۔ اگر دوسرا مثلث پہلے مثلث سے زیادہ نشیب میں ہے تو پہلے مثلث کے تمام ضلع زیادہ نشیب مثلث کی سطح پر تطلیل کیے جاتے ہیں، وعلیٰ ہذالقیاس، اور آخر میں ارضی سطح پر تمام مثلثائی بنیادی خط کے لیول پر ظاہر ہو جاتی ہے۔ اور اس کا لیول خطِ بنیاد کا لیول ہو جاتا ہے اور پھر یہ ارضی سطح پر اوسط سمندری لیول (ا س ل) پر تطلیل کر لیا جاتا ہے۔ اس قسم کی تحویل انجینیری پیمائش کی حدود میں مشکل سے آتی ہے (دیکھو ضمیمہ ۱، س، ل پر تحویل کرنے کے لیے)۔

مثلث اتنا بڑا نہیں ہونا چاہیے کہ کم سے کم دو نقاط اُس کاغذ کے تختہ پر جو تختہ مسطح کے اوپر مقررہ پیمانہ کا لحاظ رکھ کر تجویز کیا گیا ہو نہ قائم کیے جا سکیں۔ اگر سرسری نقشہ (تختی ۱) کو بروئے پیمانہ مستطیلوں میں یعنی چار خانوں میں تقسیم کر لیا جائے جن سے سرسری نقشہ کے اس رقبے کے حدود ظاہر ہوں جو کاغذ کے ہر ایک تختہ کے لیے یا تختہ مسطح کی ناپ کے لیے منتخب کیے گئے ہوں تو مثلثائی کے سلسلہ کے نقشے زیادہ عمدگی سے تیار ہو سکتے ہیں۔

اُس مقام میں جو چار تختہ مسطح کے قطعوں کے اتصال کے قریب قائم کیا جائے فائدہ یہ ہے کہ وہ چار دفعہ کام میں آتا ہے اور اس طرح یہ نقطہ بمقابلہ اُس نقطہ کے جو تختہ مسطح کے تختہ کے بیچ میں رکھا جائے بہت زیادہ مفید ہے اس سے یہ نتیجہ نہ نکالنا چاہیے کہ جہاں تک ممکن ہے مقامات کو چاروں قطعوں کے مقام اتصال پر ہی رکھا جائے اور اور جگہوں کو بالکل ہی ترک کر دیا جائے۔

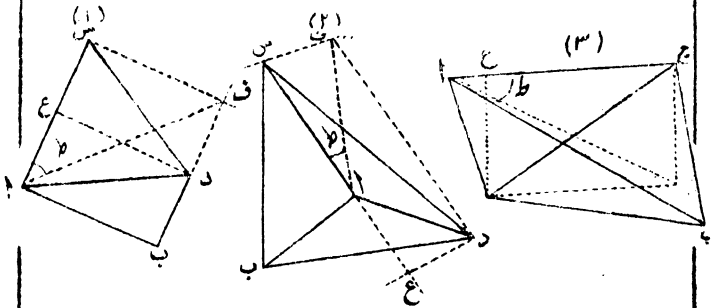
اُن تمام پیمائشوں کو جو علمی اصول پر مبنی ہوں اور جن کو سرکاری محکمہ پیمائش مستند نقشوں کی تصحیح یا شمولیت کے لیے قبول کر سکتا ہے سرکاری پیمائش کے کم از کم دو مقاموں سے یعنی نقاط سے وابستہ کر دینا چاہیے یعنی ان سے ملا دینا چاہیے۔ اس سبب سے کہ خاص نقاط دونوں پیمائشوں میں مشترک ہو جاتے ہیں سرکاری محکمہ کو یہ حق حاصل ہے کہ وہ فیصلہ کرے کہ آیا پیمائشی کام قابل وقعت ہے یا اس کے مطالب کے لیے ناقابل اعتبار۔ کسی سڑک، ریل یا نہر کی غلط خطیائی سے ایک نقشہ کی صحت کے متعلق شکوک پیدا ہو جاتے ہیں گو وہ اور ہر طرح سے صحیح ہو۔ جدید پیمائشی کام کو مستند نقشے پر قائم شدہ نقاط سے جیسے کہ مثلثی سے قائم شدہ نقاط، دیہات کے سہ حدہ۔ جو حصری سے قائم کیے جائیں ملا دینے میں تھوڑی سی دور اندیشی اور احتیاط سے کام لینے کی تکلیف فائدہ مند ثابت ہوتی ہے۔ اور ماہرِ فن نقشے تیار کرنے والا خفیف سے

تفاوتوں کو جو پیمائش میں داخل ہو جائیں درست کر کے صحیح نقشہ مرتب کر لیتا ہے

## ۲۱- مثلثائی میں دو نقاط کا مسئلہ عملی- (۳۰)

مسئلۂ عملی —— دو مقام س اور د اور ان کا درمیانی فاصلہ معلوم ہے۔ دو اور مقامے یعنی نقاط ا اور ب ایک دوسرے سے دکھائی دیتے ہیں اور س اور د، ا اور ب سے مشاہدہ کیے جا سکتے ہیں۔ ا اور ب کے محل صرف س اور د کو مشاہدہ کر کے قائم کرنے کی ضرورت ہے۔

ذیل کی شکلیں اس مسئلہ کی مختلف ہیئتوں کو ظاہر کرتی ہیں۔

شکل ۵

یہ شکلیں ایسے رقبوں پر جن میں معطیات نہ ہوں مفید ثابت ہو سکتی ہیں یا ایسے سرسری کام پر جو فوج کے ساتھ میدان میں کیا جائے جہاں س د اور ا ب کے درمیان سلسلہ منقطع ہو چکا ہو۔ اور س د پر واپسی ممکن نہ ہو۔

فرض کرو س د = دَ، ا سے زاویے ب ا س اور

ب ا د مشاہدہ کیے گئے ہیں اور ب سے زاویے ا ب س اور ا ب د۔ اس طرح تمام زاویے مثلث ا ب س اور ا ب د کے معلوم ہیں۔

مثلث ا ب د میں —

ا د = ا ب جب ا ب د قوم ا د ب (قوم = قاطع التمام)

اور مثلث ا س ب میں —

ا س = ا ب × جب ا ب س × قوم ا س ب

لہذا $\frac{\text{ا د}}{\text{ا س}}$ = جب ا ب د × جب ا س ب × قوم ا د ب × قوم ا ب س

= ایک مقدار معلومہ

پس مثلث ا س د میں نسبت $\frac{\text{ا د}}{\text{ا س}}$ معلوم ہے اور ان دونوں اضلاع کا درمیانی زاویہ (س ا د) معلوم ہے اس طور پر مثلث کو حل کیا جا سکتا ہے اور ا س اور ا د معلوم کیے جا سکتے ہیں۔　(۳۱)

فرض کرو $\frac{\text{ا د}}{\text{ا س}}$ جب س ا د = مس طہ

د ع کو ا س پر عمودی حالت میں قائم کرو اگر ا س کو بڑھانے کی ضرورت ہو تو بڑھا لو اور مستطیل س ف د ع کو پورا کر لو اور ا ف کو ملا دو۔

تب ا د جب س ا د = د ع = س ف

∴ مس طہ = $\frac{\text{س ف}}{\text{ا س}}$ = مس س ا ف

∴ س ا ف = طہ

∴ زاویہ د ف ا = ۹۰° - زاویہ س ف ا = زاویہ س ا ف = طہ

اور زاویہ د ا ف = زاویہ س ا د - زاویہ س ا ف = زاویہ س ا د - طہ

∴ $\frac{\text{ا د}}{\text{د ف}}$ = $\frac{\text{جب د ف ع}}{\text{جب د ا ف}}$ = $\frac{\text{جب طہ}}{\text{جب (س ا د - طہ)}}$ = جب طہ × قوم (س ا د - طہ)۔

∴ جب س ا د × جب ط، توم (س ا د - ط) = $\frac{\text{ا د}}{\text{د ف}}$ جب س ا د

لیکن د ف = س د جب د س ف = س د جم ا س د

∴ جب س ا د جب ط، توم (س ا د - ط) = $\frac{\text{ا د جب س ا د}}{\text{س د جم ا س د}}$

لیکن مثلث ا س د سے

$\frac{\text{ا د}}{\text{س د}} = \frac{\text{جب ا س د}}{\text{جب س ا د}}$ ∴ ا د × جب س ا د = س د × جب ا س د

جس سے جب س ا د × جب ط × توم (س ا د - ط)

= $\frac{\text{س د × جب ا س د}}{\text{س د . جم ا س د}}$ = مس ا س د

اس طرح زاویہ ا س د معلوم کر لیا گیا اور اس لیے ا د س بھی س د معلوم ہے اور مثلث ا س د کو حل کیا جا سکتا ہے۔

اس لیے کہ ا س = س د × جب ا د س × توم س ا د

اور ا ب = ا س × جب ا س ب توم ا ب س۔

یہ مسئلہ عملی جب حسابی عمل کے لیے ایک موزوں شکل میں رکھا جاتا ہے تو یہ بہت سہل صورت میں ہو جاتا ہے۔

مثال — فاصلہ س د ۲۱۰۱۰۴ء۴ فٹ (لوک ۴ء۳۲۲۲۳۴۴۳)

ہے اور ا اور ب سے جو مشاہدات کیے گئے ہیں اُن کے نتائج حسب ذیل ہیں :-

| | |
|---|---|
| زاویہ س ا د = ۲۰ درجہ ۲۲َ ۵۰ً | زاویہ ا ب س = ۸۵ درجہ ۵َ ۰۵ً |
| زاویہ د ا ب = ۳۳ درجہ ۲۷َ ۳۲ً | زاویہ س ب د = ۳۵ درجہ ۱۸َ ۱۳ً |

اِن نتائج سے حسب ذیل امدادی قیمتیں اخذ کی گئی ہیں :-

| | |
|---|---|
| زاویہ ا س ب = ۴۱ درجہ ۵َ ۰۸ً | زاویہ ا د ب = ۲۶ درجہ ۸َ ۲۴ً |

(۳۲)

| | ° | ′ | ″ | | |
|---|---|---|---|---|---|
| زاویہ اب د | ۱۲۰ | ۲۴ | ۰۴ | لوک جب ا ب د | ۱̄٫۹۳۵۷۶۱۰ |
| زاویہ اس ب | ۴۱ | ۰۳ | ۴۸ | لوک جب اس ب | ۱̄٫۸۱۷۴۹۴۵ |
| زاویہ ا د ب | ۲۶ | ۰۸ | ۲۴ | لوک توم ا د ب | ۰٫۳۲۵۹۸۹۰ |
| زاویہ ا ب س | ۸۵ | ۰۵ | ۵۰ | لوک توم ا ب س | ۰٫۰۱۵۹۱۹ |
| | | | | لوک $\frac{اد}{اس}$ | ۰٫۱۱۰۸۳۶۴ |
| ″ س ا د | ۲۰ | ۲۲ | ۵۰ | لوک جب س ا د | ۱̄٫۵۴۱۸۹۶۰ |
| ″ ط | ۲۴ | ۱۲ | ۱۵ | لوک مس ط | ۱̄٫۶۵۲۷۳۲۴ |
| | | | | لوک جب س ا د | ۱̄٫۵۴۱۸۹۶۰ |
| | | | | لوک جب ط | ۱̄٫۶۱۲۷۷۲۶ |
| ″ ط - س ا د | ۳ | ۴۹ | ۲۵ | لوک توم ط (- س ا د) | ۱̄٫۱۷۵۹۷۱۳ |
| ″ اس د | ۱۱۵ | ۰۲ | ۰۵ | لوک مس اس د | ۰٫۳۳۰۶۳۹۹ |
| لوک بنیاد ۴٫۳۲۲۴۳۴۳ | | | | | |
| مقامہ | زاویہ | | | لوک زاویہ | لوک ضلع |
| د | ۷۰ | ۴۳ | ۲۹ | ۱̄٫۹۷۳۹۴۶۰ | ۴٫۵۳۵۵۱۷۸ |
| س | ۶۳ | ۵۸ | ۱۷ | ۱̄٫۹۸۲۷۷۹۴ | ۴٫۵۴۴۳۳۵۱۲ |
| ب | ۳۵ | ۱۸ | ۱۴ | ۰٫۲۳۸۱۳۷۵ | |
| لوک بنیاد | | | | ۴٫۳۲۲۴۳۴۳ | |
| د | ۴۴ | ۳۵ | ۰۵ | ۱̄٫۸۴۶۳۱۴۳ | ۴٫۶۲۶۸۵۴۶ |
| س | ۱۱۵ | ۰۲ | ۰۵ | ۱̄٫۹۵۷۱۵۲۹ | ۴٫۷۳۷۶۹۱۲ |
| ا | ۲۰ | ۲۲ | ۵۰ | ۰٫۴۵۸۱۰۴۰ | |
| لوک بنیاد | | | | ۴٫۵۳۵۵۱۷۸ | |
| ب | ۸۵ | ۰۵ | ۵۰ | ۱̄٫۹۹۸۴۰۸۱ | ۴٫۶۲۲۶۸۵۵۱ |
| س | ۴۱ | ۰۳ | ۴۸ | ۱̄٫۸۱۷۴۹۴۵ | ۴٫۳۴۵۹۴۱۵ |
| ا | ۵۳ | ۵۰ | ۲۲ | ۰٫۰۹۲۹۲۹۲ | |
| | | | | ۴٫۵۴۴۳۳۵۱۲ | |
| ب | ۱۲۰ | ۲۴ | ۰۴ | ۱̄٫۹۳۵۷۶۱۰ | ۴٫۷۳۷۶۹۳۹ |
| د | ۲۶ | ۰۸ | ۲۴ | ۱̄٫۶۴۳۴۰۱۱۰ | ۴٫۴۴۵۹۴۳۹ |
| ا | ۳۳ | ۲۷ | ۳۲ | ۰٫۲۵۸۵۸۱۷ | |

مندرجۂ بالا سے ذیل کے اضلاع کی اوسط قیمتیں حاصل ہوتی ہیں:—

اب = ۲۰۹۲۱٫۱ ؛ اس = ۴۲۳۵۰٫۱ ؛ اد = ۵۴۶۶۲٫۹

(۳۳)

# باب دوم

## فاصلہ پیما زاویہ گیر سے تختۂ مسطحائی

(۲۲) ٹیکیومیٹر (Tacheometer) یا فاصلہ پیما سے عام طور پر مراد ایک فاصلہ ناپنے کا زاویہ گیر لی جاتی ہے، یعنی ایک زاویہ گیر جس میں فاصلہ نما تار دیافرام پر لگے ہوئے ہوں۔ پیمائشی کام اس آلے سے بہت کچھ کیا جا سکتا ہے لیکن ایک نقص قطعی اس میں ہے وہ یہ ہے کہ جہتیں یعنی اُن خطوں کی سمتیں، جو پائی جاتی ہیں سب کی سب بیاض میں درج کرنی پڑتی ہیں اور بعد میں ان کو نقشہ پر اُتارنا پڑتا ہے جس کے معنی یہ ہیں کہ محنت اور بڑھ گئی، غلطیوں کے دخل پا جانے کا موقع دوگنا ہو گیا اور کام کے میدان میں موقع پر براہِ راست پڑتال کرنے کا موقع جب کہ کام بھی ساتھ کے ساتھ آگے بڑھتا رہے نہ رہا۔ یہ سب تختۂ مسطح سے کام کرنے میں پایا جاتا ہے۔ فاصلہ پیما تختۂ مسطح مع اس کے سیدھ مسطر والے راس کے ایک ترسیمی فاصلہ پیما زاویہ گیر بیان کیا جا سکتا ہے جس میں تختہ تو زیرین تختی ہے اور سیدھ مسطر بالائی تختی، اور سیدھ مسطر کا راس اُوپر کے پُرزے مع ایک انتصابی قوس والی دُوربین کے وغیرہ وغیرہ۔

فاصلہ نما تار دیافرام پر عام طور سے کھدے ہوئے ہوتے ہیں اُن تاروں کا مابینی فصل ہمیرجو ب پر فرض کرو ۱۰۰ فٹ کی دُوری پر فقط ایک فٹ پڑھا جاتا ہے۔ یہ تناسب پُورے طور پر حقیقی نہیں ہے سوائے ایسی دُوربینوں کے جن کے اندر ماسکہ کیا جائے یا جن میں عدسے کو دُوربین کے اندر قائم کیا جاتا ہے، اس کی وجہ یہ ہے کہ ماسکہ کی ایک چھوٹی سی

مستقل قدر موجود ہوتی ہے اور جس کے حل کا بیان آگے کیا جائیگا۔ اس براہِ راست فاصلہ پیمائی ناپوں کے فوائد یہ ہیں: اِس سے کام جلدی اور صحیح ہوتا ہے۔ کسی قسم کا مال کا نقصان نہیں، ایستادہ فصلوں، باغوں، وغیرہ، میں جریب کشی کے کام نہیں کیا جاتا۔ شہر کے بازاروں میں آدمیوں کے سروں کے اوپر ۱۵ فٹ کا ایک نمبر چوب اونچا کر کے پڑھنے سے فاصلے حاصل ہو جاتے ہیں۔ فاصلوں کی ناپوں میں غلطیاں سرویر (پیمایندہ) کی طرف سے ہو سکتی ہیں۔ کوئی کام خارجی امداد کا محتاج نہیں ہوتا سوائے اس کے کہ نمبر چوب کو مطلوبہ جگہوں پر قائم کیا جائے۔

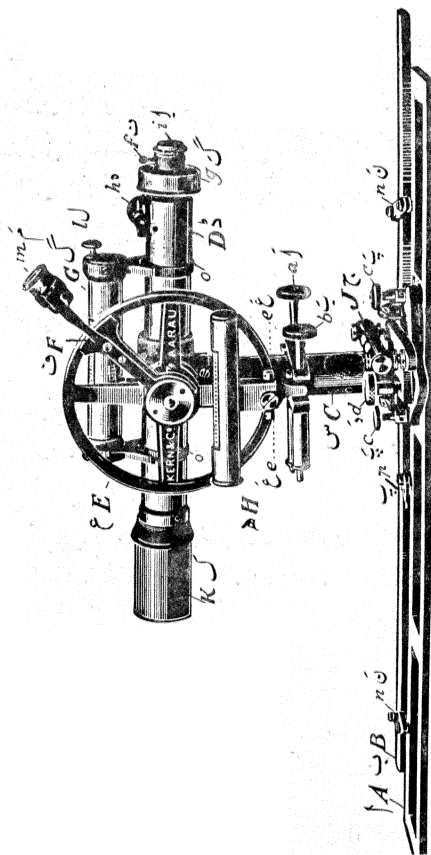
آلے کا بیان ذیل میں درج ہے:-

## سیدھ مسطر کی راس کے حصے

(۲۳)

| | |
|---|---|
| س | ستون یعنی آلہ کا مرکزی پایہ (دیکھو شکل ۲۶)۔ |
| ب ب | دو شکنجہ پیچ سیدھ مسطر کی راس کو سیدھ مسطر پر کسنے کے لیے۔ |
| ج | زیرین آڑا لیول۔ |
| د | زیرین آڑے لیول کو ترتیب دینے والا پیچ۔ |
| ب | سست حرکت پیچ کسر پیما کے پیمانے اور کسر پیما قوس کے لیول کے لیے (ھ)۔ |
| ا | سست حرکت پیچ دُوربین کے لیے۔ |
| ھ | انتصابی قوس کا لیول۔ |
| ع | چھوٹا جری بچرخ متضاد پیچ انتصابی قوس کے لیول کو ترتیب دینے کے لیے۔ |
| ف | کسر پیما قوس۔ |
| غ | انتصابی ساق یا ابتدائی پیمانہ۔ |
| گ | بالائی لیول جو دُوربین پر نصب ہوتا ہے۔ |

(۲۴)

شکل ۶

ف اختلافِ منظر کو دُور کرنے کے لیے۔
گ دیا فرام کا محل۔
ہ دُوربین کا ماسکہ پر لانے کا پیچ۔
ی چشمہ۔
ک دوربین کا دہانہ۔
ل پیچ جو بالائی لیول کو مرتب کرنے کے کام میں آتا ہے بالائی لیول ایک مائل سطح پر کام کرتا ہے۔
م چشمہ انتصابی قوس کو پڑھنے کے لیے۔
ن قبضہ دار سہارے۔
پ چھوٹی موٹھ سیدھ مسطر کی پھسلواں تختی کھینچنے کے لیے۔
ا سیدھ مسطر۔
ب متوازی پھسلواں تختی۔
ڈ دُوربین۔ وغیرہ، وغیرہ۔

(۲۴) ترتیبیں ——— تختہ کو نصب کرو اور ٹانگوں اور پیچ پایوں کی مدد سے اور معمولی قسم کے نجاری لیول سے جو بکس کے ساتھ آلہ سے علیحدہ ہوتا ہے اس کو لیول کرلو۔ اب تختہ بالکل لیول میں ہوگا۔

**اُفقی توازی گری کی ترتیبیں** ——— یہ ترتیب خطِ نظر کو اس طرح قائم کرنے کے لیے ہے کہ آلہ کا جب ایک سرا دوسرے پر پھیر کر لایا جائے یعنی اِس کا "رُخ" بدل دیا جائے تو خطِ نظر اُس ہی سطح میں ہو یعنی دیا فرام کے انتصابی تار اُس ہی شخص (Object) کو دونوں رُخوں پر ایک ہی شمار پر کاٹیگا بالکل اس طرح جیسا کہ زاویہ گیر میں ہوتا ہے (سیدھ مسطر ا مع اس کی تختی ب کے زاویہ گیر کے اُفقی عضو کا قائم مقام ہوجاتا ہے)۔

دو پیچ پایوں کے اُوپر سیدھ مسطر کو نصب کرو اور آڑے لیول ج کو

پیچ د سے صحیح کرلو اور تختے اور آلے کے لیے لیول کر کے کوئی بعید شخص مثلاً ایک گز یا بانس کو میدانِ نگاہ میں لاؤ اور تختہ کے محور کو کس دو اور سست حرکت پیچ کی مدد سے جو تختہ کے نیچے ہوتا ہے دیا فرام کے انتصابی تار پر شخص کو کاٹو اور بہت احتیاط سے پیدہ طرکے اعتمادی کنارے سے ایک خطِ مستقیم کھینچ لو۔ آلہ سے جب اس کے اول محل کا کام لیا جائیگا تو ممکن ہے کہ وہ بائیں رُخ پر ہو (یہ آلہ کا ہمیشہ کام پر محل ہوتا ہے) یا دوسرے لفظوں میں انتصابی قوس دُوربین کی بائیں طرف ہوگی۔ اب آلے کے ایک سرے کو دوسرے کی جگہ پر لاؤ اور دوربین کو مرور میں لاؤ اور خطِ مستقیم مسطر کے کنارے کے برابر رکھو۔ اب آلہ دائیں رُخ پر ہے اور اگر اس میں خطائے توازی نہیں ہے تو انتصابی تار منتخب شدہ شخص کو ٹھیک سابقہ محل پر کاٹیگا۔ اگر نہیں تو نصف خطا کو سست حرکت پیچ سے جو تختہ کے نیچے ہے اور نصف خطا دیا فرام پیچوں سے درست کرلو۔ (۴۵)

زاویہ گیر کی طرح اس آلہ کی صحیح آفقی توازی گری کی ضرورت نہیں ہے۔ اس میں شک نہیں کہ یہ ناممکن ہے کہ جو کچھ دوربین میں نمایاں ہو سکتا ہے وہ تختہ پر نمایاں طور پر قابلِ لحاظ ہو وجہ یہ ہے کہ تھوڑی سی خطِ مستقیم کے کھینچنے کی خطا اور پھر اس خط پر نسب کرنے کی خطا دُوربین میں قطعی فرق پیدا کردیگی۔ یہ بہت خیال سے دیکھتے رہنا چاہیئے کہ اس ترتیب کے کرتے وقت آلہ کا محور شخص کے دیکھنے کے وقت انتصابی ہے یعنی آڑا لیول (ج) اپنے بلبلہ کی دوڑ کے مرکز پر ہے۔

## (۴۵) فاصلہ پیما تختہ مسطح کے راس کی انتصابی توازیت

—— جو طریقے زاویہ گیروں کی ترتیب کے لیے دیے گئے ہیں وہ پیچیدہ اور دقت طلب خیال کیے گئے ہیں خاص کر جب لاپروائی یا ناواقفیت سے دونوں ہ اور گ لیول کی ترتیبیں بگڑ گئی ہوں۔ یہاں یہ تجویز

کی گئی ہے کہ آلے کی ترتیب پہلے کی جائے جبکہ اس کو تختہ پر رکھ لیا جائے اور جب تختہ کو معمولی لیول سے جو بکس میں علٰحدہ ہوتا ہے لیول کرلیا جائے۔ اس کے لیول کرنے کے بعد پیچ پائے کو بالکل چھونا نہیں چاہیے اور رسیدھ مسطر کا اس تختہ پر بالکل وسط میں رکھنا چاہیے تاکہ اس کا وزن پیچ پایوں پر تقسیم ہو جائے۔

دوربین کو کسی دور کے شخص پر سیدھ میں کرو اور بلبلہ ج کو پیچ میں لاؤ اور بلبلہ ھ کو بھی شخص کو مماسی پیچ "ا" سے کاٹو اور شمار پڑھ لو۔ پھر آلہ کے رُخ کو گھما کر دوربین کو ۱۸۰ درجہ میں گھما کر پلٹو اور تمام آلے کے ایک سرے کو دوسرے کی جگہ پر لاؤ، بلبلہ ھ کو بھی مماسی پیچ "ب" سے بیچ میں لاؤ اور شخص کو مماسی پیچ "ا" سے کاٹو، شمار کو پڑھ لو اور درج کرلو۔

کسر پیما کو دونوں کے اوسط شمار پر پیچ "ب" سے ثبت کرو اور یہ یاد رکھنا ضروری ھے کہ چونکہ یہ پیچ ب اس آلے میں بلبلہ ھ کو ضبط میں رکھتا ہے نہ کہ خطِ نظر کو، اس لیے کوئی فرق اگر ہے تو بلبلہ ھ کے ترتیبی پیچوں ع ع سے درست کیا جائیگا۔

اس کے بعد انتصابی دائرہ کو صفر شمار پر مماسی پیچ "ا" کی مدد سے لاؤ اور بلبلہ ک کا فرق بلبلہ کی اُن ہی ڈھبریوں سے درست کرلیا جاتا ہے اور اُس وقت خطِ نظر اُفقی ہوگا۔ یہ بات دیکھنے میں آئیگی کہ دیا فرام کو اُن وجوہ کے تحت نہیں ہاتھ لگایا ہے جن کا باب سوم حصہ اول میں ذکر کیا گیا ہے۔

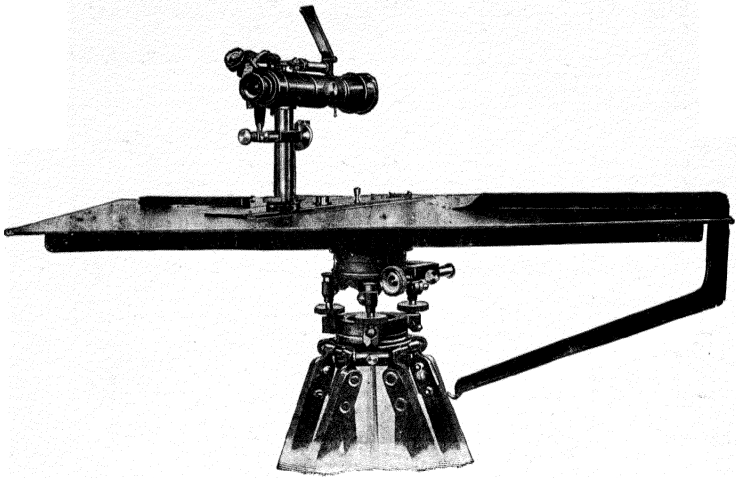
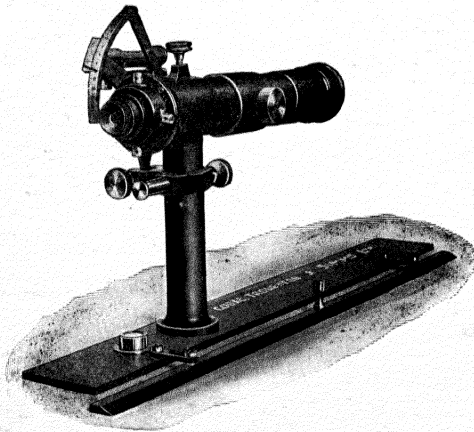
جب یہ آلہ خود بطور ایک لیول کے استعمال کیا جائے اور اس کی ترتیب اسی طرح کی جائے تو یہ ضروری ہے کہ پ پ پیچوں کو بالکل کھول کر اس کو تین بازو والی بیٹھک کے اوپر جو تختہ کو سنبھالتی ہے رکھ دینا چاہیے۔ ایسا کرنے کے بعد معلوم ہوگا کہ دو بازو اس بیٹھک کے خالی ہیں جن پر دوسرا لیول جس کا پہلے ذکر کیا گیا ہے رکھا جا سکتا ہے

(۲۰۶) اور یہ بیٹھک تقریباً لیول کی جا سکتی ہے پہلے دو پیچ پایوں پر اور پھر تیسرے پیچ پائے پر اور اس وقت پیچ پایوں کو پھر بے جگہ بالکل نہ کیا جائے اور ترتیب کو اس طرح کیا جائے جس طرح کہ بالتفصیل اوپر بیان کیا گیا ہے ۔

اگر بلبلہ ج کو بھی بے جگہ کیا گیا ہے تو پھر اس کو ایک پیچ پائے پر ترتیب دیا جائے اور پھر سرے پلٹ کر ترتیب میں لایا جائے اور خطا کی درستی اس کے اپنے پیچوں سے کرنی چاہیے ۔ اگر بکس والا لیول جو علیحدہ دیا گیا ہے ترتیب سے باہر ہے تو اس کو نہایت آسانی سے ایک معمولی دفتر کی میز پر درست کر سکتے ہیں پہلے ایک سمت میں بلبلہ کی سمت کو خیال سے دیکھ لیا جائے اور پھر ایک کنارے پر کھڑا کر کے اگر خطا رہے تو نصف اس کے اپنے بلبلہ کی ڈھبریوں سے درست کرنی چاہیے ۔

جب اس آلہ سے ایک لیول کے آلے کا کام اور اس کے بعد کہ اس کی ترتیب ہو جائے لیا جائے تو اس وقت خطِ نظر کا اُفقی ہونا معلوم ہوگا کہ جب بلبلہ گ مماسی پیچ "اَ" سے اپنے مرکز پر لایا جائیگا ۔

اس کے بعد دوربین کو ایک پیچ پائے کے خط کی سیدھ پر رکھو لیکن دوربین کے چشمہ والا سرا کام کرنے والے کی طرف رہے ۔ بلبلہ گ کے محل پر خیال کرو اگر بلبلہ اپنی دوڑ کے وسط میں ہے تو بلبلہ کا محور حقیقی اُفقیت میں ہے ۔ اگر نہیں ہے تو اس کی نصف درستی مماسی پیچ اَ سے اور نصف پیچ پائے سے کرو اور اس کو کئی بار کرو جب تک کہ بالکل ٹھیک نہ ہو جائے یعنی جب تک کہ بلبلہ اپنے مرکز پر نہ آجائے خواہ دوربین کسی محل پر لگائی جائے ۔ اگر مماسی پیچ اَ سے بلبلہ کو درست کرنے کے لیے کام لیا گیا ہے تو صفر درجہ بے شک منطبق نہ ہوگا اور خطا کسر پیمائی میں ہوگی جس کو جیسا کہ آگے معلوم ہوگا بعد کو درست کیا جائیگا ۔

شکل ۷

شکل ۸

ہندوستانی نمونہ کا فاصلہ پیمائی مسطح تختہ
سی ۔ جی ۔ ویل کی تخصیص

(۲) بلبلہ گ کو اپنی دوڑ کے مرکز پر رکھ کر کسی دیوار پر یا بہتر ہوگا کسی لیول کے نمبر چوب پر پڑھو' پھر دوربین کو پلٹی دے لو یعنی اس کو اُلٹ دو اور آلے کو ۱۸۰ درجہ میں پھیر لو (اصطلاح میں جس کو رخ بدلنا کہا جاتا ہے) اور بلبلہ گ کو جو دوربین کے نیچے ہے (نئی وضع کے آلات میں) اپنے وسطی محل پر مماسی پیچ ا سے لاؤ اور پھر نشان یا نمبر چوب پر پڑھو ۔ اگر اُفقی تار نشان پر دوبارہ ٹھیک تقاطع کرتا ہے یا نمبر چوب پر وہی ایک شمار دیتا ہے تو خطِ نظر اُفقی ہے ۔ اگر ایسا نہیں ہے تو نصف خطا کو دیا فرام سے درست کر لو اور یا زیادہ اچھا یہ ہوگا کہ اُفقی تار کو مماسی پیچ ا سے اوسط شمار پر قائم کر لیا جائے اس حالت میں بلبلہ گ اپنے مرکز پر نہ ہوگا اور اس کو جری چرخ ڈھبریوں سے جو بلبلہ میں کسی ہوئی ہوتی ہیں درست کر لینا چاہیے ۔

درجہ دار قوس کا اپنے حقیقی محل پر خطِ نظر کے ساتھ ساتھ ہوگا اور بلبلہ کا محور جو خطِ نظر کے ساتھ متوازی کیا گیا تھا اب دونوں اصلی حالت میں حقیقی اُفقیت پر ہوتے ہیں ۔

(۳) مماسی پیچ ب کی مدد سے کسر پیما کے صفر درجہ کو عضو کے صفر درجہ کے ساتھ منطبق کرو اور اگر انتصابی محور کا بلبلہ ھ مرکز میں نہیں ہے تو ع ع کے درمیانی پیچ کو ڈھیلا کرو (شکل ۔ میں) اور بلبلہ ھ کی انتصابی قوس کے ع ع متضاد الحرکت پیچوں سے ترتیب دے لو ۔ (۴۷) جس پیچ کا ابھی ذکر کیا گیا ہے اس کو لگا کر پھر کس دو اور اس سے ترتیب مستقل ہو جاتی ہے ۔ جدید وضع کی ساخت کے آلات میں پیچ ع ع کے بدلے صرف ایک ہی پیچ لگا دیا گیا ہے لیکن ترتیب دینے کا طریقہ وہی ہے جو ابھی بیان کیا گیا ہے ۔

آلہ اب انتصابی توازیت میں ہے اور ایسی حالت میں ہے کہ جب بلبلہ گ اپنے مرکزی محل پر ہو تو خطِ نظر اُفقی ہوگا اور جب انتصابی قوس کا بلبلہ ھ اپنی وسطی حالت میں ہے تو شخصوں کے مقروات خطِ نظر

کے اوپر یا نیچے حقیقی بلندیاں یا پستیاں ہونگے - یہ یاد رکھنا چاہیے کہ ماسی پیچ ب کا کوئی سا استعمال دُوربین کے خطِ نظر پر اثر نہیں کرتا اور یہ خصوصیت کام میں بہت سہولت پیدا کر دیتی ہے کیونکہ جس وقت کوئی تقاطع کیا جاتا ہے تو بلبلہ ھ بغیر پیچ ب کی مدد کے اپنے مرکز پر لایا جا سکتا ہے اور مقروأت کو بغیر خطِ نظر کی تبدیلی کے لیا جا سکتا ہے - چھوٹے بلبلے ج کو ستون کے نیچے پیچ د کی مدد سے مرکزی حالت میں لانا چاہیئے تمام عملوں میں جن کا اوپر ذکر کیا گیا ہے ستون کے نیچے والے بلبلہ کو پیچ د کی مدد سے مرکزی حالت میں لانا چاہیے گو تھوڑا سا تجاوز ترتیب پر کوئی اثر نہیں کریگا -

**(۲۶) فاصلہ نما** —— اگر ف نمبر چوب تک کا فاصلہ ہے اور فَ وہ فاصلہ ہے جو نمبر چوب پر محاذ میں ہے اور ق فاصلہ نما تاروں کی مقدارِ مستقلہ ہے تب

$$ف = \frac{فَ}{ق} = \frac{فَ}{\frac{1}{100}} = فَ \times 100$$

## مثال ——

فرض کرو کہ نمبر چوب پر مقروأت دونوں تاروں کے ۸ء۴ ۵ اور ۷ء۳ ۴ ہیں تب فَ = ۱۸ء۱ اور ف = ۱۸ء۱ × ۱۰۰ = ۱۸۱ فٹ - یہ صرف اُس وقت صحیح ہوتا ہے جب کہ نمبر چوب اور آلہ دونوں ایک ہی لیول (سطح) پر ہوں لیکن اگر دُوربین کا انتصابی زاویہ ۳° سے زیادہ ہے (۳° تک کوئی قابلِ لحاظ فرق نہیں ہوتا) تو ف کی مقدار کو اُفقی فاصلے یعنی ا ف میں تحویل کرنا پڑیگا اگر نمبر چوب کو خطِ نظر کے قائمہ ہی پر نہ جھکا سکیں - لیکن یہ جھکانے کی صورت کسی درجۂ صحت تک ناممکن ہے - نمبر چوب ہمیشہ انتصابی حالت میں دکھایا جاتا ہے اور درستی اس کی

---

[1] عدسوں کے نظریے وغیرہ کے لیے دیکھو فقرہ ۲۷ -

بطریق ذیل کی جاتی ہے :-

(۳۸)

اگر دوربین جھکی ہوئی ہے اور نمبر چوب انتصابی حالت میں ہے تو حصّوں کی تعداد جو دونوں شماروں کے درمیان ہوگی وہ بمقابلہ اس حالت کے کہ نمبر چوب خطِ نظر سے قائمہ پر ہو زیادہ ہوگی اور وہ زاویہ جس میں کتاروں کا باہمی فاصلہ نمبر چوب پر انتصابی حالت سے ہٹایا جائیگا دُوربین کے زاویۂ ارتفاع یا نشیب کے برابر ہوگا - اس زاویہ کو ط سے تعبیر کرو ( دیکھو شکل ۹ ) - نمبر چوب پر جو تعداد درجوں کی پڑھی جائیگی اس کو جم ط سے ضرب دے کر تحویل کیا جائیگا فاصلہ جو اس طرح حاصل ہوگا اس کو جم ط سے ضرب دیدینا چاہیے تاکہ افقی فاصلہ حاصل ہوجائے -

اب ف = ف. جم ط × ق

لیکن $\frac{\text{اف}}{\text{ف}}$ = جم ط

یا ف = $\frac{\text{اف}}{\text{جم ط}}$

اس لیے اف (افقی فاصلہ) = ف. جم$^2$ ط × ق

## (۲۷) فاصلہ نما کی مستقل قدر پیما سکہ

فرض کرو خط ا ب دیا فرام کے فاصلہ نما تاروں کو ظاہر کرتا ہے اور اگر خطوط جو ا اور ب سے کھینچے جائیں دہانے کے مناظری مرکز میں سے گزریں تو ایسے خطوط نمبر چوب کو ب َ اَ پر کاٹینگے - یہ خطوط ثانوی محور ہوتے ہیں - اگر ی فاصلہ نما تاروں کے فاصلے ا ب کو ظاہر کرتا ہے اور ص فاصلہ بَ اَ کو جو نمبر چوب پر ہے تو پھر متشابہ مثلثوں کے قاعدے سے ی : ص :: ف : د جہاں ف وہ فاصلہ ہے جو دیا فرام سے عدسے کے مناظری مرکز میں ہے اور د = دوری سکے جو دہانے کے مناظری مرکز اور نمبر چوب اَ بَ کے درمیان ہے -

عدسوں کے قانون کے موافق $\frac{1}{د} + \frac{1}{ف} = \frac{1}{فَ}$ (فَ اصل ماسکی فاصلہ ہے) -

اُوپر کی دو مساواتوں سے ہم کو یہ نتیجہ حاصل ہوتا ہے :-

$$د = \frac{فَ}{ی} ص + فَ$$

اب چونکہ دَ دُوری نمبر چوب سے آلہ کے محور تک کی مطلوب ہے تو فاصلہ محور سے دہانے کے مناظری مرکز تک یعنی س اس میں جمع کر دینا چاہیے اور چونکہ دَ = د + س اس لیے دَ = $\frac{فَ}{ی}$ ص + (فَ + س) -

اب اگر آلے کے تار قائم کیے ہوئے ہیں یعنی شیشہ پرکندہ ہیں تو $\frac{فَ}{ی}$ کی نسبت عموماً $\frac{1}{100}$ مستقل طور پر ہوتی ہے - اور اگر اَ بَ = ۳ فٹ تو پھر فاصلہ عدسے کے حقیقی ماسکہ سے نمبر چوب ص تک ۳۰۰ فٹ ہوگا اور فاصلہ دَ تمام آلہ کے مرکز سے نمبر چوب تک = ۳۰۰ + (فَ + س) ، فاصلہ (فَ + س) ایک فٹ لینا کافی

دہانہ = { Object Glass / Object lens

ہے کیونکہ یہ عموماً ۷۵ء سے ۱ء۲۵ تک ہوتا ہے اور چونکہ (فَ+س) فاصلہ تمام سروے کے پیمانوں کے خیال سے ناقابلِ لحاظ ہے اس لیے اس کو نظر انداز کر دینا چاہیے ۔ اس ہی خیال سے اندرونی عدسے[1] آلات کے کاریگروں نے ترک کر دیے ہیں کیونکہ ایسے عدسوں کی ایزادی سے ایک خاص مقدار تک روشنی منقطع ہو جاتی ہے اور اس نقصان کی تلافی کسی حقیقی فائدہ سے نہیں ہوتی جو اس عدسے سے حاصل ہوتا ہے ۔

(۳۸) نمبر چوب اور آلہ کے نصب کی سطح کا درمیانی فرق حاصل کرنا ۔ (۳۹) فرض کرو ما = فاصلہ خطِ نظر سے نمبر چوب کی زین تک اور لا آلہ کا ارتفاع ہے (شکل ۱۶) ۔ تو پھر لیولوں کا فرق = اف (افقی فاصلہ) × مس ط + لا - ما ، زاویہ ط دیا فرام کے دونوں تاروں کے مقروات کی اوسط کو نمبر چوب پر پڑھنے سے ارتفاع یا انخفاض کا زاویہ معلوم ہوگا یا فاصلہ نما کے درمیانی تار کی بلندی یا پستی کا زاویہ ۔

مثال ــــ فرض کرو فاصلہ نما کے دونوں تاروں پر ۵ء۲۸ اور ۴ء۴۷ مقروات ہیں (اوسط مقروہ ۴ء۳۸ ہوا اور فرق ف = ۱ء۸۱) اور زاویۂ ارتفاع یا انخفاض ۱۰° ہے اور آلہ کا ارتفاع دُوربین تک ۵ فٹ ہے ۔

تب اُف (اُفقی فاصلہ) = جم² ۱۰° × ۱ء۸۱ × ۱۰۰

= ۱۷۵ء۵ فٹ

اور لیول کا فرق　　= اف (افقی فاصلہ) × مس ۱۰° + لا - ما

= (۱۷۵ء۵ × ۱۷۶ء) + ۵ء۰ - ۴ء۳۸

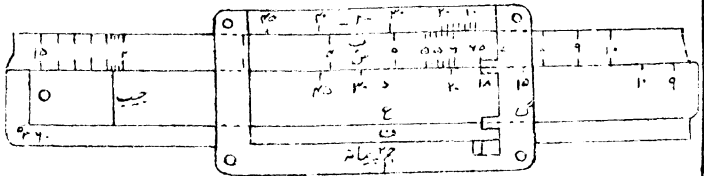
= ۳۰ء۷۱ فٹ

اُفقی فاصلوں میں تحویل کرنا اور لیولوں کے فرق حاصل کرنے کے واسطے قاعدوں کے استعمال میں بہت کثرت سے حسابی عمل

---

[1] یہ خاص شکایت جدید انڈین پیٹرن میں دُور کر دی گئی ہے ۔ Anallatic lens

شامل ہو جاتا ہے اور فاصلہ پیمائی کے آلے کی وقت بچانے والی خصوصیت زائل ہو جاتی ہے لیکن یہ تحویلیں پھسلواں پیمانہ پر دو جنبشوں سے آسانی سے حاصل ہو جاتی ہیں اس کو سوئیٹزرلینڈ[۱] کے ایک صاحب ارن اٹ سائی ساکن آرو[۲] نے ایجاد کیا اور بنایا ہے :-

شکل ۱۰

(۲۹) پھسلواں پیمانہ — تحویلی اُفقی فاصلہ ناپنے کے لئے چالو پرزے ک کے نمایندہ خط کو جو پیمانہ س پر چلتا ہے مشاہدہ شدہ فاصلہ اور ۱۰۰ کے حاصل ضرب پر رکھو اور پیمانہ ب کو جو زاویۂ ارتفاع یا زاویۂ انخفاض کے مقابل ہوتا ہے پڑھ لو۔ اُوپر کی مثال میں نمایندہ کو پیمانہ س کے ۱۸۱ پر اور پیمانہ ب کو پیمانہ ا کے ۱۰ کے مقابل پڑھ لو = ۱۷۵۰۵ (دیکھو شکل ۱۰) ارتفاعوں کے

---

[۱] Switzerland

[۲] Kern et Cie of Aarau

[۳] Traverser = ناقل تختہ (ریلوے)

فرق دُوربین اور درمیانی تار کے درمیان معلوم کرنے کے لیے (یعنی دُوربین کے ارتفاع کو زمین کے اوپر اور زمین سے اوپر اوسط شمار کے ارتفاع کو چھوڑ کر) پیمانہ د کے پھول کے نشان کو تحویلی افقی فاصلے یعنی ۵ء۵۷۱ کو جو پیمانہ س پر ہے قائم کرو اور چالو پُرزے گ کے نمایندہ کو ۱۰° پر پیمانہ ع پر رکھو۔ اب چالو پرزہ کا نمایندہ اس محل پر پیمانہ س پر کے ۳۰ء۹ پر ہوگا اور یہی معلوم کرنا تھا۔

(۴۰) فاصلہ نما کا بڑا پھسلواں پیمانہ جو کرن (Kern) نے تیار کیا ہے ۲۰ اِنچ کے قریب لمبان میں ہوتا ہے اور بہ مقابلہ معمولی نمونے کے زیادہ صحیح ہوتا ہے۔ اس رول[۲] کا بالائی پیمانہ ۳۶۰ درجہ کے لیے ہے اور زیرین ۴۰۰ حصوں کے ڈھالوں کے لیے۔ اس پھسلواں رول میں دو عدد دیے گئے ہیں جو انگریزی اور سوئیزرلینڈ کے پیمانوں کی جدولوں کے لیے کام دیتے ہیں۔ بالائی پیمانے کے وسط میں صفر ہوتا ہے اور صفر کے بائیں جانب ۴۵° تک کے جم[۲] کا پیمانہ ہے، اور صفر کے دائیں کو جب × جم کا پیمانہ ۷ درجہ تک جس کو رول کے بائیں جانب سے جم[۲] کے ۴۵° تک جاری رکھا گیا ہے۔

پھسلواں تختی کو ایک ہی دفعہ جمانے میں حسابی عمل مکمل طور پر ہو جاتا ہے۔ مثلاً جب پر اگر فاصلہ نما ۲ فیٹ شمار دیتا ہے جو برابر ہے ۲۰۰ فٹ مستقیم فاصلہ کے، پھسلواں تختی کے ۲ کو بالائی پیمانے کے صفر پر رکھو۔ اگر اب ۲۰° انتصابی زاویہ تھا تو افقی فاصلہ پھسلواں تختی پر جم[۲] کے پیمانے پر ۲۰° کے نیچے ۱۷۶ء۶ ظاہر ہو جائیگا اور انتصابی ارتفاع جب جم کے پیمانے پر ۲۰° کے نیچے ۶۴ء۲۵ ظاہر ہو جائیگا۔

اگر بلندیوں کو ثبت شدہ تشخصوں سے اخذ کرنا ہے تو یہ یاد رکھنا چاہیے کہ تشخص کا فاصلہ مشاہد سے نقشہ سے لیا جاتا ہے اور اس لیے وہ مستقیم فاصلہ یعنی وتر نہیں ہوتا بلکہ ایک مثلث کا قاعدہ ہوتا ہے اور ایک مماسی پیمانہ بجائے جب × جم پیمانہ کے درکار ہوگا۔ تمام

[۱] Asterisk [۲] Slide rule پھسلواں پیمانہ

عملی اغراض کے لیے یہ پھسلواں پیمانہ کافی صحیح ہوتا ہے اور ذیل کا
عمل کرنا چاہیے :- فرض کرو کہ فاصلہ ۲۰۰ فٹ ہے اور زاویہ ۶°۔
پھسلواں تختی کے ۲ کو جم ۲ کے پیمانے کے ۲۰° کے سامنے لگا لو
اور جب × جم ۲۰° کے سامنے ارتفاع کے فرق کو پڑھ کو جو برابر
ہے ۲٫۸ کے، اور صفر درجہ کے سامنے بالائی پیمانہ پر سیدھا فاصلہ
یا وتر دیا ہوا ہوگا۔

(۳۰) سروے کے طریقے — مندرجہ ذیل

پیمائش کی مثالوں سے تختی ۳ تا تختی ۷، فاصلہ پیما زاویہ گیر بشمولیت
تختہ مسطح کا استعمال واضح ہو جائیگا:-

تختی نمبر ۳ ایک معمولی قطعہ زمین کا نقشہ ہے جو ہندوستان
میں عام ہے، بلندی اس کی ۱۰۰۰ فٹ سطح سمندر سے ہے۔
یہ قطع زمین تالاب کے بن بہاؤ رقبہ کو ظاہر کر سکتا ہے
جس کی ابتدائی پیمائش ۱۰۰۰ فٹ فی انچ کے پیمانے پر
مع دس دس فٹ پر کنٹوروں[1] کے مطلوب ہے، تالاب کی
جائے تعمیر دس تا بیس میل ندی کے بہاؤ کی طرف واقع ہے۔
درجہ وصعت تک پہنچنے کے لیے ذیل کے طریقہ پر چلنا چاہیے :-
زمین کی معمولی سرسری پیمائش کرنے کے بعد یہ دریافت ہو جاتا ہے کہ
مقام د کا س اور ع سے دکھاؤ ہے اور د ع یا س ع بنیادی خط پر
ف کی سمت میں توسیع کا کام ہو سکتا ہے۔ تختہ مسطح کے
کام سے مثلثائی ایسی حالت میں قابل عمل ہے۔ ایک
منتخب شدہ بنیاد سے ہر ایک سمت میں توسیع کرنی چاہیے    (۴۱)
تاکہ تمام بن بہاؤ رقبہ پر مثلثائی پھیل جائے اور تفصیلی کام کو
ساتھ ساتھ رکھ کر کرنا چاہیے۔ فرض کرو د، س اور ع تین
تختہ مسطح کے مثلثائی کے مقامہ جات ہیں، ان پر جھنڈیاں

[1] Contours = ہم ارتفاعی خطوط

اور نشان لگا دیے جائیں - د اور س کے درمیان معائنہ کے بعد دو محل ا اور ب ایسے منتخب کیے ہیں جہاں سے د اور س دکھائی دیں- ا ب کو اب بنیادی خط بنا لیا جائے -

تختہ کو ا پر رکھو اس کو لیول کر لو اور تختہ کو کام کی سہولت اور کام کی سمت کے موافق پھیر لو - مقناطیسی کمپاس کو تختہ پر رکھو اور تختہ کے کنارے پر یا اس کے قریب ایک پنسل خط مقناطیسی شمال کا کھینچ لو اور تختہ کو کس دو - ایک موزوں محل کاغذ پر ا کو ظاہر کرنے کے لیے پسند کر لو اور زمین پر "فی محاذہ" ٹھیک لگا لو - ایک نمبر چوب والے آدمی کو ب پر بھیج دو، ب کو دوربین میں سے دیکھو اور انتصابی تار پر نمبر چوب کو کاٹو - ایک خط یا "کرن" ا ب نقطہ ا سے کھینچو اس طرح پر کہ وہ کرن جو نقطہ ا سے گزرتی ہے بیدہ مسطر کے متوازی ہو - اور کرن کو دونوں طرف بڑھا دو یا مختصر قائد کرنوں کے نشان کر دو (جیسے کہ تختی ۲ میں کرن ب ا، کرن ا ب، کرن د ا وغیرہ سے دکھائے گئے ہیں) -

یہ قائد کرنیں سروے کے کام کی ابتدا میں ایسی جگہوں میں جہاں توسیع ایک مختصر بنیادی خط سے کی جاتی ہے بہت ضروری ہیں اس لیے کہ السمت کی خطا محدود ہو جاتی ہے - نقطہ ا سے کرنیں اور قائد کرنیں د اور س کے محل تک اور کسی ممیز مقام پر گرد و نواح کی پہاڑیوں یا ٹیلوں وغیرہ تک کھینچ دی جائیں - اس سے قبل کہ ا ب کی پیمائش کی جائے یا بلندی یا پستی کے زاویے پڑھے جائیں کرنیں کھینچ دینی چاہییں، سب سے پہلے ضروری کرنیں کھینچی جانی چاہییں - کیونکہ السمت یا سمت میں خفیف ترین حرکت بھی بعد ازاں بہت تکلیف کا باعث ہوتی ہے - دراصل یہ عمدہ اصول ہے کہ کرنوں کے کھینچنے کا کل ابتدائی تثبیت پر واپس آ کر اور پڑتال کر کے پورا کیا جائے - اس کے بعد انتصابی تفرقات لیے جائیں اور اس کرن کے برابر ہی جو اس مقام تک کھینچی گئی ہے اور جس کا ارتفاع لیا گیا ہے صفائی سے درج کر دینا چاہیے

اس کے بعد بنیادی خط کی ناپ شروع کی جاتی ہے۔
بنیادی خط ا ب کی پنت میں بہت احتیاط کی ضرورت ہے اور اس کی کل لمبائی کو دو یا تین ٹکڑوں میں تقسیم کرکے اس کی پنت کی جائے تو سب سے زیادہ اچھی طرح ہوتی ہے۔ مثال میں ا ب کی تقسیم بہت آسانی سے تین ٹکڑوں میں کی جاسکتی ہے یعنی اَ ا، اَ ب اور بَ ب اوسط لمبائی ان کی ۵۰۰ فٹ یا کوئی ایسی لمبائی جس میں نمبر چوب کو اعشاریہ کے دوسرے مرتبہ تک پڑھا جاسکے۔ اس کو مدنظر رکھتے ہوئے ایک گز بردار ب کی سمت میں بھیج دیا جاتا ہے اور اَ بَ پر ۵۰۰ یا ۶۰۰ فٹ پرے ٹھہرا دیا جاتا ہے اور محاذی فاصلوں کو حاصل کرنے کے لیے نمبر چوب پڑھ لیے جاتے ہیں اور ایک انتصابی زاویہ نمبر چوب کے اس مقروء تک جو دوربین کے محور کے ارتفاع کے مساوی ہو پڑھ لیا جاتا ہے۔ ان کا اندراج کرلیا جاتا ہے اور تختہ کو محل ب پر ا اور ب کے درمیان رکھ کر جہاں تک ہوسکے لے جایا جاتا ہے۔ نمبر چوب "اَ" اور نمبر چوب ب پر اسی طرح پڑھے جاتے ہیں جیسے کہ ا پر اَ اور یہ تینوں فاصلے ایک افقی فاصلے میں تحویل کرلیے جاتے ہیں اور جس کو ا ب کرن کے اوپر مرتسم کردیا جاتا ہے۔ اس طرح ا ب کا محل معلوم ہوگیا۔

تختہ کو محل ب پر فی محلہٖ لاؤ اور پہلے اندازاً السمت میں رکھ کر مرتسم شدہ نقطہ ب مقامہ ب کے نشان پر لایا جاتا ہے اس کی ترکیب یہ ہے کہ اس پیچ کو ڈھیلا کرکے جس سے شاقول لٹکتا ہے اور تختے کو جانبی جنبش دے کر اصلی موقع کے نشان پر لایا جائے۔ تختہ کو لیول کرلیا جاتا ہے اور رسیدھ مسطر کا اعتمادی کنارہ کرن اور قائم کرنوں ا ب اور ب ا کے جو پہلے سے ا سے کھینچی جاچکی ہیں بالکل متوازی رکھ دیا جاتا ہے اور نقطہ ا کا تقاطع کرلیا جاتا ہے اور تختے کا شکنجہ کس دیا جاتا ہے۔ تختہ اس وقت السمت میں ہے بحوالہ ابتدائی السمت کے جو ا پر

(۴۲)

لے لیا تھا۔ د اور س کو دیکھو اور د اور س کی طرف کو کرنیں اور قائد
کرنیں کھینچ دو۔ ا اور ب سے کرنوں کا تقاطع د اور س کے محل کو
ظاہر کریگا گو محتاط تختے والا د اور س پر تختے کو لے جائیگا اور ان کی پڑتال
ایک دوسرے پر سے کریگا۔ کرن کا کام مقام ب پر اُس وقت ختم ہو جاتا
ہے جب تمام پہلے دیکھے ہوئے ممیز نقاط یا ایسے جو 'ب' سے دیکھے جا سکتے
ہیں تقاطع کر لیے جاتے ہیں اور مقام 'ا' پر اس لیے واپسی ہوتی ہے کہ
وہاں سے اس بات کا یقین کر لیا جائے تختہ کی السمت میں تو فرق
نہیں ہو گیا۔ انتصابی زاویے د، س، ا کی طرف کو پڑھے جاتے ہیں
اور تختہ کو د یا س پر لے جاتے ہیں۔ فرض کرو کہ مقام د پر تختہ کو
لے گئے۔ یہاں تختے پر وہ تمام عمل کرو جن کو پہلے بیان کیا گیا ہے اور
السمت اس جگہ پر صرف ا مقام والی قائد کرن سے پڑتال نہیں
کی جاتی بلکہ ب پر کی قائد کرن سے بھی۔ اگر یہ قائد کرنیں ا اور ب
مقاموں کے تقاطع سے ملیں تو محل د کو صحیح مان لینا چاہیے اور اگر
کرنیں س کی طرف کو احتیاط سے کھینچی گئی ہیں تو س مقام د سے
تقاطع کریگا۔ ایک قائد کرن د س کھینچو اور ع اور ف کی کرنیں لو
تمام نمایاں مشخصوں (Objects) کو کاٹو اور ان کی بلندیاں لو اور
اس طرح د پر کام پورا ہو گیا۔ مقام س پر تختے کو السمت میں د س
پر لگا کر رکھا جاتا ہے اور ا اور ب کی پڑتال کرنے کے بعد ان کو صحیح
پا کر کرنیں اور بلندیاں ع اور ف پر اور نمایاں چیزوں پر دوبارہ لی جاتی
ہیں۔ ایک مختصر مشاہدہ ع پر کیا جاتا ہے تاکہ ایک تیسری کرن ف
پر حاصل ہو جائے اور زیادہ صحیح آڑے تقاطع اُن نقاط پر جو پہلے تقاطع
ہو چکے ہیں مل جائیں۔ مثلاً اُس درخت کا محل جو مثلث د ع ف میں
واقع ہے کسی قدر مشکوک سا رہ جاتا ہے جب تک کہ آڑی کرن ع سے
اس کے محل کو پوری طرح آخر کار قائم نہ کر دے۔ ابتدائی کام یہاں تک پورا
ہو گیا اور قائد کرنوں کو اب مٹا دینا چاہیے اور مقامہ جات کے ارتفاعوں کا

حسابی عمل کر لینا چاہیے اور تفصیلی پیمائش شروع کر دینی چاہیے ۔ ارتفاعوں کے حل کرنے کا طریقہ پھسلواں پیمانہ کے حال میں بیان کر دیا گیا ہے (۴۴) جس سے ارتفاع کا فرق دوربین کے محور اور مشاہدہ کے نقطہ میں معلوم ہو جاتا ہے یعنی اُس شخص کا جس کو درمیانی تار پر کاٹا جائے ۔ اور اگر اس ارتفاع کی قیمت کو ظ سے اور لا اور ی سے زمین کے اُوپر دُوربین کے محور کا ارتفاع اور متقاطع مقام کے ارتفاع کو بالترتیب ظاہر کیا جائے تو پھر زمین کے لیول کا فرق = ± ظ (لا ۔ ی) (± کی علامات موافق بلندی اور پستی مقام ب کے ہونگی یعنی بلندی یا پستی اُس مقام سے کہ جس پر تختہ رکھا ہوا ہے) ۔

تفصیلی کام شروع کرنے کے لیے یہ ہمیشہ ہوتا آیا ہے کہ فرازی اراضیات سے نشیبی اراضیات کی طرف آئیں اس کو مدِنظر رکھتے ہوئے تختہ کو کام کی ابتدا کے لیے د کی طرف لے جانا چاہیے اور ایک نمبر چوب عـا کی طرف بھیجنا چاہیے (تختہ کے محل پلیٹ میں عربی رقموں میں دکھائے گئے ہیں اور نمبر چوب کے نشان چھوٹے چھوٹے ہندسوں میں)' تختے کی مقام د پر تشریق کر لی جاتی ہے یعنی اس کو اسمت میں کر دیا گیا ہے اور سمت اور نمبر چوب کے شمار کو (عـا) پر لیا جاتا ہے اور اس طرح (عـا) کا محل مع اس کے تحویلی لیول کے معلوم ہو جاتا ہے اور اس کو نقشہ میں لگا دیا جاتا ہے ۔

تختہ کو اب (عـا) پر لے گئے اور اس کو مقابلہ کے نشان پر رکھا یہاں بہت صحیح شاقولی حالت میں کرنے کی ضرورت نہیں اس لیے کہ د پر تشریق کی ضرورت نہیں ہے اور ع یا ف یا کسی دُور کے نقطہ کا مرئی ہونا یقینی ہے اور ایک انچ یا اس کے قریب کی غلطی عـا کے محل کے اوپر آلے کو اسمت پر ثبت کرنے میں کوئی فرق نہیں پیدا کریگی ۔ نشست سطر کو نقشہ کے نقطہ عـا پر اور بعید ترین نقطہ کو تختہ پر ظاہر کرنے والے نقطہ پر رکھو اور بعید ترین شخص کا تقاطع کر لو ۔

اب تفصیل کو بھر سکتے ہیں ۔ نمبر چوبوں کو ندیوں کے مبداؤں

موڑوں اور اتصالوں، سڑکوں کے موڑوں وغیرہ وغیرہ پر تختے کے قابل اطمینان فاصلوں پر کھڑا کیا اور ان کے مقروات لے لیے۔ فاصلہ جو ہر ایک نمبر چوب کے محاذی ہے حل کر لیا جاتا ہے اور پھسلواں پیمانہ پر تحویل کر لیا جاتا ہے اور نشست مسطر سے اعتمادی کنارے کے ساتھ ساتھ لگا دیا جاتا ہے، تحویلی لیول پھر درج کر دیا جاتا ہے اور تفصیل اور ہم ارتفاعی خطوط کی شکلیں اور نقشے بنا دیے جاتے ہیں۔ کرنوں کو پنسل میں بنانے کی ضرورت نہیں ہے اور اب نئی قسم کے متوازی پھسلواں مسطر سے جو نشست مسطر میں لگا ہوا ہوتا ہے دوربین سے مقامہ کے نقطہ سے ایک انچ یا قریب ایک انچ کے اندر اندر مشاہدہ کیا جا سکتا ہے اور پھر متوازی پھسلواں مسطر کو خاص مقامہ کے نقطہ پر لا سکتے ہیں اور نمبر چوب کا محل ایک پرکار سے لگایا جا سکتا ہے اس طرح سے وقت کی بہت بچت ہو جاتی ہے اور ساتھ ہی نقشے میں صفائی قائم رہتی ہے۔

فرض کرو ع۸ سے محل ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶ کو قائم کیا گیا اور ایک ہزار کا ہم ارتفاع خط اندازاً اس طرح کھینچا جا سکتا ہے کہ ایک نمبر چوب والے کو د کی طرف لوٹایا جائے۔ مثلاً اگر آلے کے محور کا ارتفاع ۵ فٹ ہے اور مقامہ ع۸ کا تحویلی لیول ۱۰۰۲ فٹ ہے تو پھر جس وقت افقی تار نمبر چوب کو تقریباً ۷ فٹ پر کاٹیگا تو اس وقت نمبر چوب پر کا محاذی فاصلہ ناپ لیا جائے اور اس طرح ایک نقطہ ۱۰۰۰ فٹ والا ہم ارتفاعی خط معلوم ہو جاتا ہے اور پھر آلے کے ارتفاع (۵ فٹ) کو نمبر چوب پر رکھ کر ۶، ۵، ۴، ۲ پر مقروات پڑھ لو اور زاویے کو لکھ لو پھسلواں پیمانہ سے لیولوں کے فرق کو حل کر لیا جائیگا جب کہ ۹۹۰ کا ہم ارتفاعی خط مقامہ سے معلوم کر لیا جائے۔ مقامہ نمبر ع۹ اسی طرح قائم کیا جاتا ہے جیسے کہ مقامہ نمبر ع۸ اور تختے کو بعید ترین نقطہ پر تشریق کر لیا جاتا ہے اور نمبر چوب کو ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲ پر پڑھ لیا جاتا ہے۔ مقامہ ع۱۰ اور

(۴۴)

کرن اور فاصلہ سے قائم کیے گئے ہیں اور مقناطیسی کمپاس ابھی تک
کام میں نہیں لائی گئی - فرض کرو اب ۱۲ محل پر تختہ والے کا ارادہ
تھا کہ تختہ کو نصب کیا جائے اور اس کو مقام (سے) بنا لیا جائے،
مگر وہاں پہنچ کر معلوم ہوا کہ کسی ایک بعید نقطہ کا دکھاؤ نہیں ہے کہ جس
سے وہ آلے کو نصب کر سکے مگر ایک ایسے مقام پر پہنچ کر جیسے کہ مقام
(سے) اس کو معلوم ہو جاتا ہے کہ ایک بعید نقطے کا دکھاؤ ہے اور نمبر ۱۲
بھی دکھائی دیتا ہے - وہ یہاں اپنے تختہ کو نصب کر لیتا ہے اور اپنے
تختہ کی تشریق مقناطیسی کمپاس سے کر لیتا ہے، اس دفعہ نمبر ۱۲ پر اپنا
نمبر چوب پڑھتا ہے اور اپنا نقطہ یعنی مقام (سے) لگا لیتا ہے اور (سے)
کو معلوم کر کے وہ اپنی السمت بعید نقطہ پر باندھتا ہے یہ دیکھنے کو کہ
آیا کمپاسی تغیر میں کوئی فرق تو نہیں ہو گیا ہے (لیکن کمپاس کی
کوئی خفیف سی تبدیلی اس کے تھوڑے سے فاصلے کی سمت ۱۲ تا
سے پر کوئی اثر نہ ڈالیگی) اور یہ معلوم ہو جائے کہ اس کا کمپاس کو
استعمال کرنے کا یہ طریقہ ایسی شکل کی صورت میں، غلط تو نہیں ہے -
لیکن تمام سلسلۂ نقاط یا مقامہ جات کو کمپاس سے قائم کرنا صحیح نہیں
ہوتا اور اس کو اُس وقت استعمال کرنا چاہیے جب کہ جنگل بہت گھنا ہو
اور حصری پیمائش جو اس طرح کی جائے وہ ایک قابلِ اعتبار تثبیت پر
بند کی جا سکے اور پڑتال کی جا سکے - اگر اتفاقیہ ایسی ضرورت پیش
آجائے اور حصری پیمائش کا نقطہ اور تثبیت جو تقاطع ثانی سے کی گئی
ہے باہم نہ ملیں، اور اگر کمپاس کا تغیر مستقل رہا ہے تو حصری پیمائش
کے ابتدائی اور اختتامی نقاط اور تمام تفصیل جو کچھ کہ اس سے کی گئی
ہے سب کو چربہ کے کاغذ پر اُتار لیا جائے اور ابتدائی اور حقیقی اختتامی
نقطہ میں درست کر کے بٹھا[۱] دیا جائے اور اس درست شدہ تفصیل کو
جھجھو کر بنا دیا جائے یا منتقل کر کے بنا لیا جائے -
تختی ۳ میں ہم یہ فرض کرلینگے کہ بہت سے تبادل مقامے

[۱] بازتراش (دیکھی)

اس طرح ثبت کیے گئے ہیں صرف اس لیے کہ ایسا کیے بغیر چارہ نہیں تھا لیکن جہاں تختہ کو نصب کیا گیا تھا سمت کی پڑتال کر لی گئی تھی اور تھوڑے وقفہ کے بعد س، ع یا ف کو مشاہدہ کر کے فاصلہ کی بھی پڑتال کر لی گئی تھی۔ ان مقامہ جات سے آڑی کرن کو بھی مقامہ کے مرتسمہ نقطے سے گزرنا چاہیے اگر یہ کرن نہیں گزرتی تو موزوں جگہ قریب ہیں تلاش کر لینی چاہیے جہاں سے کم سے کم تین نقاط مرئی ہوں اور وہاں سے ایک پڑتالی تثبیت، مثلث کے اندر، ثانوی تقاطع سے کر لینی چاہیے۔

تختہ والا اب (لو) مقامہ پر پہنچ کر دیکھتا ہے کہ اگر وہ ندی کے بہاؤ کی طرف کو چلتا ہے تو وہ اپنے تینوں نقاط کے مثلث میں سے، مثلث کے باہر، جا پڑیگا پس وہ ندی کو اپنی جگہ پر چھوڑتا ہے جب تک کہ وہ اور مثلثائی نقاط آگے کو نہ بنالے اور وہ ندی کی دوسری شاخ پر متوجہ ہو جاتا ہے۔ وہ (لو) مقامہ سے واپس، حصری کرتا ہوا نہیں جاتا کیونکہ یہ تضیع اوقات ہوگا لیکن ایک موزوں مقام پر یا فرض کرد نمبر چوب کے مقام ۲۹ پر جاتا ہے، نمبر چوب والے کو وہاں کھڑا کر دیتا ہے اور ادھر اُدھر دیکھ کر ایک عمدہ محل کی تلاش کرتا ہے کہ جہاں سے ایک بعید نقطہ دیکھ سکے اور اس کے علاوہ اگر دو نہیں تو کم از کم ایک اور بھی دیکھ سکے۔ فرض کرو (مہ) ایسا مقام ہے جہاں وہ اپنے تختے کو رکھتا ہے۔ یہاں وہ تختہ کی تشریق مقناطیسی کمپاس سے کرتا ہے، اور نمبر ۲۹ پر اپنا نمبر چوب پڑھتا ہے، اور اپنا محل لگا لیتا ہے اور جو نقطہ اس طرح معلوم ہوتا ہے وہ اُس کو بعید نقطہ پر اگر کوئی کمپاسی انحراف کی صورت ہے تو اُسے دیکھ لیتا ہے اور اپنے محل کی درستی بازتراش (۱) سے ایک یا ایک سے زیادہ ثبت شدہ مقامات سے کرتا ہے۔ (۴۵)

اگر اُس نے نمبر ۲۹ کو نہیں پڑھا ہے اور صرف تختہ کی تشریق ہی مقناطیسی کمپاس سے کی ہے تو اس کو ممکن ہے کہ ایک بڑا مثلث (دیکھو باب ششم حصہ اول) حل کرنا پڑیگا جو سوائے ایک ہوشیار کارکن

(۱) بازتراش (کمیٹی)

کے بعض اوقات ایک لمبا کام ہو جاتا ہے ۔
اس کے علاوہ ایک اور طریقہ بھی تختہ کو نصب کرنے کا اور حصری کرنے کا ہے اور اس کو پچھلا اور اگلا کرن) کا طریقہ کہتے ہیں' اس میں اگلے مقام کی طرف کو پچھلے کی طرف قائد شعاعوں سے کیا جاتا ہے لیکن اسی طریقے سے اگر خطوط چھوٹے ہیں اور مقامہ کا نقطہ نشان پر مکمل شاقولی حالت میں نہیں ہے تو خطا واقع ہو جاتی ہے ۔ یہ طریقہ زیادہ بڑے پیمانوں پر کام میں آتا ہے اور جب بعید نقاط دکھائی نہ دیتے ہوں مقامے اس طریقے سے صاف طور پر ایک دوسرے سے دکھائی دینے چاہییں اور بہت کچھ تختہ سطح پر منحصر ہے جس کی افقیت بالکل مکمل ہو یعنی اگر ایک کرن ایک نقطہ پر پہنچ جائے اور تختہ سطح کو پلٹ دیا جائے یعنی پہلے ایک سرے کے مقام پر دوسرا سرا رکھ دیا جائے اور پھر اس کو کرن پر رکھیں اور دونوں کو انتصابی بکر دیں تو پھر وہی شخص (Object) دکھائی دیتا ہے۔
تختہ والا اپنا کام ا سے ب کی طرف کو جاری رکھتا ہے اور آخرکار ا پر کام کو بند کر دیتا ہے اور اس طرح مثلث ب ا د کے اور دونوں نالوں کے اتصال کی درمیانی تفصیل کم و بیش ہو جاتی ہے ۔
ا سے ع کی سمت میں کام جاری کر سکتا ہے بڑے نالے کے باقی غیر پیمائش شدہ حصے کو بھی لے کر ع پر کام بند کر دیتا ہے اور پھر سیدھا س کی طرف لوٹتا ہے اور چھوٹی معاون ندیوں کی پیمائش کر کے پڑتال لگا دیتا ہے اور جب یہ کام ختم ہو جائے تو وہ دوسری شاخ پر منتقل ہو سکتا ہے اور مقامہ (صمہ) سے کام کر کے د وغیرہ پر ختم کر سکتا ہے۔
اس قسم کی پیمائشوں میں یہ پہلے ہی سمجھ لیا گیا ہے کہ ایک نمبر چوب والا آدمی حامل کی ہر ایک طرف کام کر رہا ہے یعنی کم سے کم دو یا غالباً تین آدمی ہیں جو اس قسم کے کام پر ہیں ۔ تین سے زیادہ آدمیوں سے کام کرنے میں وقت ضائع ہوگا اور ممکن ہے کہ نمبر چوب

والے آدمیوں کے کام میں حرج واقع ہو جائے ۔ بتدی کے لیے دو آدمیوں سے کام کرنا کافی ہوگا ۔ وقت کا مقابلہ اس سے ہو سکتا ہے کہ فاصلہ پیما زاویہ گیر سے تختہ کا کام کرنے میں ۴ یا ۵ نقاط کو مع تحویل شدہ ارتفاعوں کے حاصل کرنے میں اُتنا ہی وقت صرف ہوتا ہے جتنا تختہ مسطح اور جریب اندازی کی حالت میں ایک فاصلہ کی جریب اندازی میں۔ اگر اول الذکر سے کام نادرست ہو تو سرویر کا اپنا قصور ہے۔ اور جریب اندازی جو اَن پڑھ خلّاصی کرتے ہیں وہ خطاؤں کے ہو جانے کا باعث ہوتی ہے یہ خلاصیوں کا قصور ہوگا جس کے معنی وقت کا ضائع کرنا اور غصہ کا آنا ہے ۔ ایک طرف تو حقیقی اُفقی فاصلہ اور تحویل شدہ ارتفاع ہیں جن کو پھسلواں پیمانہ سے معلوم کیا جاتا ہے، اور دوسری طرف خطِ مستقیم میں فاصلہ ہے جو تختہ والا ناہموار زمین پر تخمینی عمل سے حقیقی اُفقی فاصلہ کے سرسری عمل اور تحویل سے کرتا ہے۔ یہ حسابی عمل سوائے اس کے اور کچھ نہیں کہ محض ایک اندازہ ہے کیونکہ ایسی حالتوں میں کوئی صحیح حسابی رعایت جریب کے جھول[۵۱] کے متعلق نہیں کی جا سکتی۔ اس کے علاوہ ایک اور صریح فائدہ یہ بھی ہے کہ اس نئے قاعدہ سے ہم ایک ہم ارتفاعی خط پر فاصلہ کا شمار پڑھ سکتے ہیں اور فاصلہ قائم کر سکتے ہیں۔ پیمائش کنندہ جس کو ایک ایسی جریب کے پیچھے پیچھے جانا پڑتا ہے جو مشکل سے ایک نقطہ سے دوسرے نقطہ تک کھینچی جاتی ہے اور جو اکثر کسی شدید ڈھلواں قطعۂ زمین پر چلائی جاتی ہے، اور جو جھاڑیوں کے گھنے جنگل میں سے جو بیچ میں آتی رہتی ہیں کھینچی جاتی ہے، پیمایندہ کو ایک ٹیلے سے دوسرے ٹیلے پر پہنچنا پڑتا ہے اور ان پر ناہموار زمین ہوتی ہے تو وہ اس آلے کی قدر کریگا جو تحویل شدہ اور حقیقی فاصلے اس قسم کی مشکلات کو بغیر عبور کیے دیدت اور نمبر چوب والا جس وقت ایک نقطہ سے دوسرے نقطہ پر جائے تو وہ راستہ میں تفصیل پڑھ سکتا ہے اور اپنا گز پڑھوا سکتا ہے ۔ دوسرا قاعدہ یہ ہے کہ یہ ضروری نہیں کہ نمبر چوب زمین پر ہی ٹکا ہوا ہو بلکہ اگر زمین جھاڑیوں سے ڈھکی ہوئی

(۴۶)

[۵۱] Sag = جھوک (کیٹی)

ہو تو اس کو ایک آدمی کے سر پر اونچا انتصابی طور پر اٹھایا جا سکتا ہے، گو سوپ وِتھ[1] کا ایک دس فٹا نمبر چوب ایسی اتفاقیہ ضروریات میں کافی کامیابی سے استعمال ہو سکتا ہے۔ اعلیٰ درجہ کے تختہ کا کام کرنے والے سوائے ایسی حالتوں کے کہ وہ چھوٹے پیمانے پر کام کریں، جریب کشی کو درمیانی تفصیل حاصل کرنے کے لیے ایک جلد طریقہ سمجھ کر، اور تثبیت کے لیے بھی اکثر زیادہ ایسی حالتوں میں کہ ثانوی تقاطع ممکن نہ ہو ایک جلد امداد سمجھ کر اختیار کر لیتے ہیں۔ یہ اس لیے کرتے ہیں کہ ان کو یہ توقع ہوتی ہے کہ جریب سے ناپے ہوئے فاصلے سے مطلوبہ معطیات حاصل ہو جائینگے تاوقتیکہ ایک موزوں جگہ تثبیت[2] کے لیے اور اپنے عنصری کو بند کرنے کے لیے دستیاب نہ ہو۔ ایک فاصلہ پیما جو شست سطر میں لگا ہوا ہو اور جس میں ایک دوربین بھی لگی ہوئی اور ایک درجہ دار نمبر چوب جو پیمائش کے پیمانے کے مطابق ہو یقینی طور پر ایک معمولی شست سطر اور جریب کشی کے مقابلے میں زیادہ فائق ثابت ہوگا اور پرانے اور کم صحیح طریقے میں ایک بیّن ترقی ہے۔ تختی نمبر (۳) سے ایک تختہ مسطح کا طرقِ مثلثانی اور تفصیل کا کام واضح ہو جاتا ہے۔ پیمانہ ایک انجنیر کی ضروریات کے لیے چھوٹا ہے اور جس سے شکل سے فاصلہ پیما تختۂ مسطح کے فوائد پوری طرح حاصل کیے جاتے ہیں اس لیے کہ ہم ارتفاعی خطوط دس فٹ کے فصل سے صرف ایک اندازاً لیول کے حاجتمند ہیں۔ لیکن جب انجنیر کو بڑے پیمانے پر کام کرنا ہو اور ہم ارتفاعی خطوط ایک ایک فٹ پر لگانے ہوں، فرض کرو اپنے تالاب کا ظرف معلوم کرنے کے لیے تاکہ پانی کی کیمی مقدار جو بند کے ایک خاص ارتفاع تک سما سکیگی معلوم ہو جائے تو اُس وقت پر فاصلہ پیما تختۂ مسطح اپنی اصلی حالت میں ظاہر ہوتا ہے اور پیمائش کے لیے ایک قیمتی آلہ ثابت ہوتا ہے۔

تختی (۴) میں ایک دریائی کام کا قطعہ دکھایا گیا ہے جس کا پیمانہ ۰۰ ۵ فٹ فی انچ ہے اور ہم ارتفاع خطوط ایک ایک فٹ کے فصل سے

[1] Sopwith     [2] Traverse     [3] Sight-rule = شست سطر

دکھائے گئے ہیں۔ تختۂ مسطح کے مقامہ جات رومی اعداد میں دکھائے گئے ہیں۔
اور نمبر چوب کے مقامہ جات چھوٹے ہندسوں میں، جن کو اگر ایک ساتھ
دیکھا جائیگا تو معلوم ہو جائیگا کہ کس طرح اور کس مقامہ سے تفصیل کی پیمائش
کی گئی ہے۔ مقاموں کے ارتفاع اعشاریہ کے دوسرے مرتبہ تک تحویل
کیے جاتے ہیں اور اسی طرح پانی کے لیول بھی اور باقی نقاط کے ارتفاع
اعشاریہ کے اوّل مرتبہ تک ہونے چاہییں تاکہ ہم ارتفاع خط کھینچ دیا جائے
اور یہ ضروری نہیں کہ ان کو سیاہی میں دکھایا جائے تاوقتیکہ نشیب و فراز
زیادہ نہ ہوں۔ یہ تختی ایک نشیب رقبہ کی پیمائش کا حال ظاہر کرنے کا کام دیگی اگر
اونچے بندوں یا پشتوں کو یہ مان لیا جائے کہ ہموار اور بلند زمین کے درمیان (۴۷)
حدِ فاصل ہیں۔

فرض کرو کہ تختہ کو مقامہ ۸۶ ر ۰ ۹۹ کے اُوپر رکھنا ہے اور ایک نقطہ
کاغذ پر انتخاب کر لیا ہے۔ اور مقامہ کے اصلی موقع کو ظاہر کرنے کے لیے
عہ کا نشان کر دیا ہے۔ تختہ کا لیول کر لینا چاہیئے اور دُوربین کے محور کی
بلندی مقامہ سے ناپ لینی چاہیئے اور اعشاریہ کے دوسرے مرتبہ تک
لکھ دینا چاہیئے (دُوربین کا ارتفاع تختہ کے زیرین حصے تک ہمیشہ ایک
مستقل مقدار ہوتی ہے اور صرف اتنا ضروری ہوتا ہے کہ مقامہ کے
خاص موقع سے تختہ تک ناپ لیا جائے)۔ تختہ اب السّمت میں اگر
کر دیا گیا ہے یا مقناطیسی شمال میں کر لیا جاتا ہے اور نمبر چوب کو مقامہ
( ۷ ) پر صرف محاذی فاصلوں اور سمت کے لیے پڑھا جاتا ہے
اور مرتسم کر لیا جاتا ہے اور صحیح قائدکرنیں کھینچ دی جاتی ہیں۔

مقامہ ( ۷ ) پر ارتفاع نہیں پڑھا جاتا اس لیے کہ لیول کا فرق
ایک معمولی لیول کے نمبر چوب سے زیادہ ہے (دیکھو نقشہ کی تختی) اور
پھسلواں پیمانہ سے دریافت کیا ہوا ارتفاع شاید اعشاریہ کے دو مرتبہ تک
صحیح نہ ہو۔ پس اسی مقامہ کے لیے ایک درمیانی نمبر چوب کے پڑھنے
کی ضرورت ہوتی ہے بالکل اسی طرح جس طرح لیول میں پڑھنا ہوتا ہے

اور تختہ مسطح کو ایک مناسب جگہ پر نصب کیا جاتا ہے اس طرح پر زمین کے لیول کا فرق نمبر چوبوں پر پڑھا جاتا ہے ۔

اگر ضرورت ہو تو مقامہ ع۲ براہِ راست تحویلی لیول کے لیے پڑھا جا سکتا ہے اور نتیجہ کو لیول پیمائی کے طریقہ سے یہ یقین کرنے کے لیے کہ کوئی غلطی تو نہیں ہوگئی مقابلہ کر لینا چاہیئے لیکن یہ پڑتال کا کام دے سکتا ہے نہ کہ ایسی قیمت کا کہ جس سے ایک اوسط لیول لیا جا سکے ۔ ع۱ کا تحویلی لیول معلوم کر کے تختۂ مسطح مقام ع۱ پر رکھا جاتا ہے اور تقریباً السمت میں کر لیا جاتا ہے اس طرح پر کہ نقشہ کا مقامہ ع نشان پر صحیح شاقولی حالت میں لایا جا سکے اور لیول کیا جا سکے ۔ اگر یہ تقریبی تشریق نہ کی جاتی اور نقطہ کو پہلے ہی شاقولی کر لیا جاتا تو پھر جب تختہ السمت میں کیا جائے تو نقطہ پھر نشان پر نہ ہوگا ۔ کوئی بعید مقام چونکہ پہلے سے ثبت نہیں کیا گیا ہے ۔ پیمائش " پچھلی اور اگلی کرن " کے حصری قاعدے سے بجائے مقناطیسی کمپاس کی تنصیب کے " کی جائیگی ۔ پچھلی اور اگلی کرن کا قاعدہ جیسا کہ پہلے بیان کیا جا چکا ہے صحیح ثابت ہوتا ہے اگر فاصلہ مقامات کے درمیان پیمانہ کے لحاظ سے زیادہ مختصر نہیں ہے اور اگر تختہ کی شاقولی حالت احتیاط سے کی گئی ہے اور مقامہ جات ایک دوسرے پر سے دکھائی دیتے ہیں اور توازیت کی خطا نشست[1] مسطر میں نہیں ہے ۔ توازیت کی خطا اس نشست مسطر میں اس قاعدے سے جو پہلے دیا جا چکا ہے اقل ترین مقدار تک کم کی جا سکتی ہے ۔ نشست مسطر قائد کرن ع اور ع۲ کے ساتھ رکھ دی جاتی ہے اور مقامہ ع صحیح طور پر تقاطع کر لیا جاتا ہے اور تختہ کو کس دیا جاتا ہے ۔

ایک گز ( نمبر چوب ) والا آدمی موقع نمبر ا پر بھیج دیا جاتا ہے اور اس سے یہ کہ دیا جاتا ہے کہ وہ اپنے گز کی جگہ پر نشان چھوڑ آئے ۔ ایک تحویلی لیول دو مرتبہ اعشاریہ تک لیا جاتا ہے اور محل ع۱ کو مرتسم کر لیا جاتا ہے ۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ یہ تحویلی لیول اور محل کسی ایک

[1] Sight rule = نشست مسطر

تختی ۵
مالک پور
موضع ناگلا
ش
پیمانہ — ۱۲ انچ = ۱ میل

ش
جھاڑ
جھاڑ
جھاڑ
پیمانہ — ۱ انچ = ۵۰۰ فٹ
ہم ارتفاعی خطوط ایک ایک فٹ فصل پر

اور تختہ مسطح کو ایک مناسب جگہ پر نصب کیا جاتا ہے اس طرح پر زمین کے لیول کا فرق نمبر چوبوں پر پڑھا جاتا ہے۔

اگر ضرورت ہو تو مقامہ عا براہ راست تحویلی لیول کے لیے پڑھا جا سکتا ہے اور نتیجہ کو لیول پیمائی کے طریقہ سے یہ یقین کرنے کے لیے کہ کوئی غلطی تو نہیں ہوگئی مقابلہ کرلینا چاہیئے لیکن یہ پڑتال کا کام دے سکتا ہے نہ کہ ایسی قیمت کا کہ جس سے ایک اوسط لیول لیا جا سکے۔ عا کا تحویلی لیول معلوم کرکے تختۂ مسطح مقام عا پر رکھا جاتا ہے اور تقریباً السمت میں کرلیا جاتا ہے اس طرح پر کہ نقشہ کا مقامہ ع نشان پر صحیح شاقولی حالت میں لایا جا سکے اور لیول کیا جا سکے۔ اگر یہ تقریبی تشریق نہ کی جاتی اور نقطہ کو پہلے ہی شاقولی کرلیا جاتا تو پھر جب تختہ السمت میں کیا جائے تو نقطہ پھر نشان پر نہ ہوگا۔ کوئی بعید مقام چونکہ پہلے سے ثبت نہیں کیا گیا ہے۔ پیمائش " پچھلی اور اگلی کرن " کے حصری قاعدے سے بجائے مقناطیسی کمپاس کی تنصیب کے، کی جائیگی۔ پچھلی اور اگلی کرن کا قاعدہ جیسا کہ پہلے بیان کیا جا چکا ہے صحیح ثابت ہوتا ہے اگر فاصلہ مقامات کے درمیان پیمانہ کے لحاظ سے زیادہ مختصر نہیں ہے اور اگر تختہ کی شاقولی حالت احتیاط سے کی گئی ہے اور مقامہ جات ایک دوسرے پر سے دکھائی دیتے ہیں اور توازیت کی خطا نشست مسطر^ا^ میں نہیں ہے۔ توازیت کی خطا اس نشست مسطر میں اس قاعدے سے جو پہلے دیا جا چکا ہے اقل ترین مقدار تک کم کی جا سکتی ہے۔ نشست مسطر قائد کرن عہ اور ع کے ساتھ رکھ دی جاتی ہے اور مقامہ عہ صحیح طور پر تقاطع کرلیا جاتا ہے اور تختہ کو کس دیا جاتا ہے۔

ایک گز (نمبر چوب) والا آدمی موقع نمبر ا پر بھیج دیا جاتا ہے اور اس سے یہ کہ دیا جاتا ہے کہ وہ اپنے گز کی جگہ پر نشان چھوڑ آئے۔ ایک تحویلی لیول دو مرتبہ اعشاریہ تک لیا جاتا ہے اور محل عا کو مرتسم کرلیا جاتا ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ یہ تحویلی لیول اور محل کسی ایک

ا = Sight rule نشست مسطر

اختتامی پڑتال کا کام دیگا فرض کرو مقام ۱۲ سے ۔

(۴۸) تفصیل کی پیمائش اُسی طرح کی جاتی ہے جیسے کہ تختی (۳) میں پہلے بیان کر دیا گیا ہے اس کام میں پچھلی اور اگلی کرن کو قائد کرنوں کی تنصیب کے لیے استعمال کیا جاتا ہے ۔ اور کام کی پڑتال مقامہ ۱۲ پر محل نمبر ا سے کی جاتی ہے اور نمبر ۱۳ تک اس پیمائش کو جاری رکھا جاتا ہے اور شاید پھر بھی پڑتال کی جاتی ہے اور کام کو محل نمبر ۱ پر بند کر دیا جاتا ہے ۔ ایک ایسا ہی سطحی نقشہ جس پر تحویلی لیول ہوں حاصل کرنے کے لیے ایک آلہ لیول کی ضرورت ہوتی اور معمولی تختۂ مسطح اور شست مسطر سے صحیح جریب کشی پانی کے پار ناممکن ہوتی ۔ لیول پیمائی میں ایک دن اور بھی صرف ہوتا اور پھر اس کے بعد یہ مرتسم کرنا پڑتا ۔ بہت سے نقاط جو فاصلہ پیما تختۂ مسطح سے پرانے طریقے سے لگائے جاتے ہیں ان پر جھنڈیاں لگانی پڑتی ہیں اس طور سے کہ ان کا تقاطع کسی ایک مقامہ سے یا دو یا تین مقامہ جات سے درحقیقت صحیح ہونے کے لیے کر دیا جائے اور ممکن ہے کہ ایسا اتفاق ہو جائے کہ دوسری دفعہ کا دکھاؤ نہ بھی حاصل ہو سکے ۔ اور جھنڈی کا محل بغیر اس کا انتظام کیے کہ جھنڈیاں کہیں خلط ملط نہ ہو جائیں ویسے ہی چھوٹ جائے ۔ وقت میں بچت اور اس لیے مزدوروں کی مزدوری میں بچت ہو گی اور اس طرح ابتدائی خرچ جو آلے کو خریدنے میں ہو پورا ہو جاتا ہے خرچ کا سوال قابل اعتراض ہے لیکن اُس کا ظاہری خرچ اس بچت کے مقابلے میں کچھ بھی نہیں ہے جو اس سے ضرور حاصل ہو جانی چاہیے قبل اس کے کہ اس کے روغن کی چمک مدھم پڑے یا اس کے پرزوں میں تھوڑا سا گھساؤ ظاہر ہو ۔

(۳۲) تختی (۵) محکمۂ مال کا یا کھیتوار پیمائش کے نقشہ کا حصہ ہے ۔

ت۱ ت۲ ت۳ ت۴ ت۵ ت۶ زاویہ گیری حصری کے مقامہ جات گاؤں کی بیرونی حدود کے اوپر ہیں اور ان حدود کی حصری پیمائش ہمیشہ ایک زاویہ گیر سے کی جاتی ہے اور اس کی یادداشت بطور

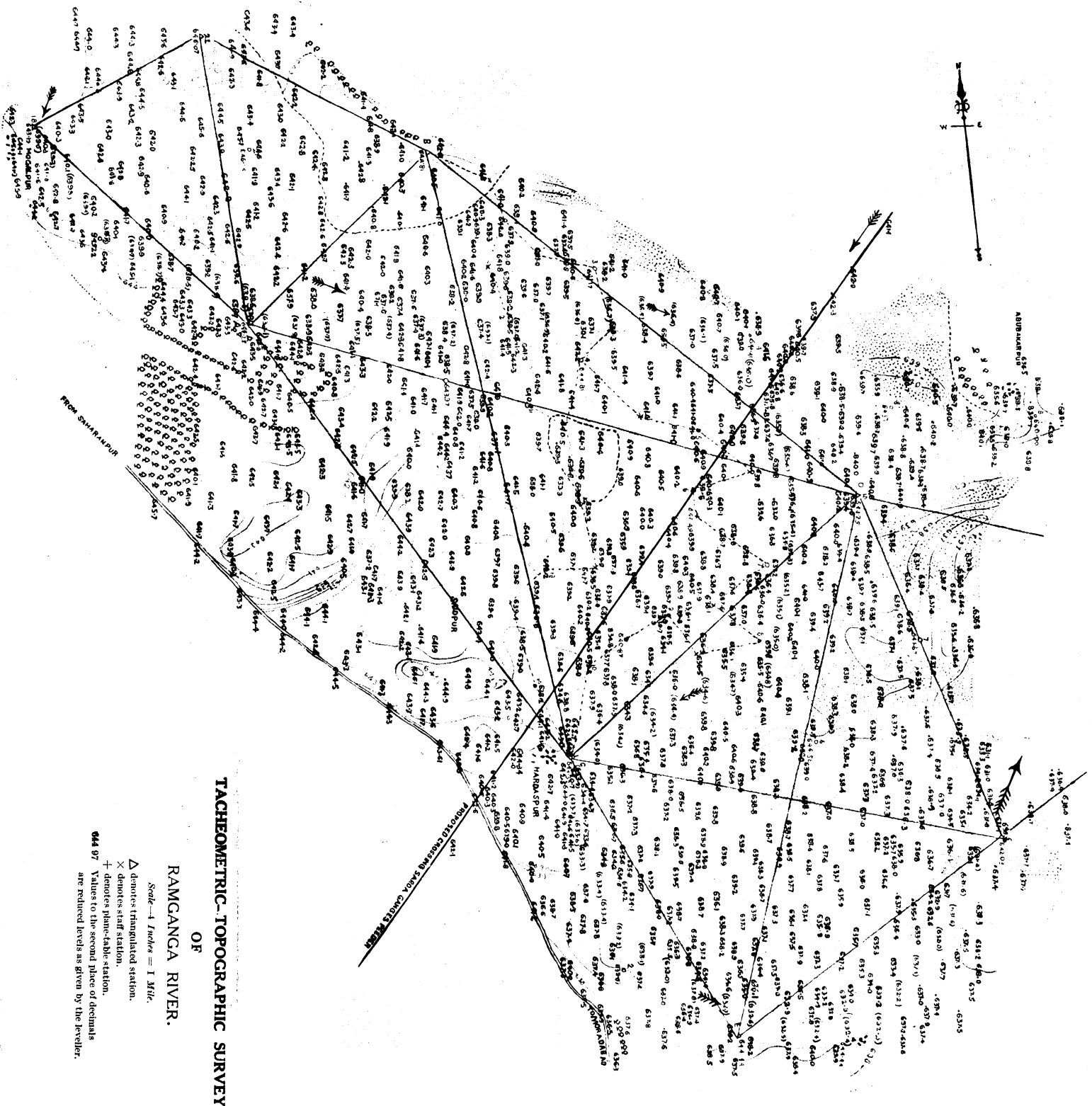
**TACHEOMETRIC-TOPOGRAPHIC SURVEY**

OF

RAMGANGA RIVER.

*Scale—4 Inches = 1 Mile.*

△ denotes triangulated station.
× denotes staff station.
+ denotes plane-table station.
644 97 Values to the second place of decimals are reduced levels as given by the leveller.

Engraved & Printed at the O. U. Process Studio.

حوالے کے رکھ لی جاتی ہے تاکہ اگر نشانات ضائع کر دیے جائیں اور زمین کی ملکیت کے تنازعات شروع ہو جائیں تو بیاض سے حدود قائم کی جا سکیں۔

کھیتوں کی حدود کی پیمائش جو بعد کو کی جاتی ہے ان کی تشریح کی دوبارہ ضرورت نہیں ہے کیونکہ پڑھنے والا اب سمجھ سکتا ہے کہ کس طرح مختلف نقاط قائم کیے جاتے ہیں اور کس طرح پیمائش کی پڑتال کی جاتی ہے۔ عربی کی رقموں کے ہندسوں میں تختہ کے محل دکھائے گئے ہیں اور اردو کے چھوٹے ہندسوں میں گزوں کے محل۔

(۳۳) نقشہ کی تختی نمبر (۶) میں مثلث اور خطوط سرخی میں مثلثائی کے نظام کو ظاہر کرتے ہیں جو دریائے رام گنگا کے کنارے کنارے سار وا گنگا نہر کے راج بہے کے سلسلہ میں کی گئی تھی مثلثائی ایسی صورت میں مستطیلی محددوں سے کی جاتی اس لیے کہ یہ سلسلہ خاصا طویل تھا لیکن اگر تختی، جو دی گئی ہے، پیمائش کی پوری وسعت کو ظاہر کرتی ہے تو اس صورت میں صرف تختہ مسطحائی کرنا جس طرح کہ نقشہ کی تختی (۳) میں بیان کیا گیا ہے ضروری تھا۔ ایک مقام سے دوسرے مقام تک لیول پیمائی کا نظام بھی چلایا گیا ہے اور لیول والے نے اپنے راستہ میں جہاں تہاں میخیں لگا دی ہیں تاکہ وہ تختہ کے کام کے ارتفاعوں کی مزید پڑتال میں آ سکیں۔ یہ تحویلی لیول نقشہ میں اعشاریہ کے دوسرے مرتبے تک دکھائے گئے ہیں۔ (۴۹)

یہ فرض کرو کہ تفصیل کا کام خط ب س تک پہلے ہی سے ہو چکا ہے اور علاقہ کا دوسرا حصہ جو قیام گاہ سے آسانی سے شروع کرنا ہے دریا کا وہ حصہ ہے جو نقاط ب، س اور د کے درمیان پھیلا ہوا ہے۔ تختہ کو ب پر جما کر پیمانہ کے مدنظر رکھتے ہوئے ب پر اندازاً مرکوز کرنا چاہیے۔ نقطہ ب چونکہ ایک مثلثائی کا مقام ہے نقاط ب، س اور د مرئی ہیں۔ بعید ترین نقطہ کو انتخاب کر لو فرض کرو

کہ یہ س ہے ۔ نشست مسطر کے کنارے کو ب س خط پر رکھو اور تختہ
کو کھول دو اور اس کو اتنا موڑو کہ نقطہ س کا تقاطع دُوربین پر
ہو جائے ۔ تختہ اب بالکل السمت میں یعنی حقیقی تشریق میں ہے۔

سرویر (پیمائندہ) کام کو اب شروع کر سکتا ہے اور گز والے آگے
بھیج دیے جاتے ہیں اور محل ۶۴۲۶، ۶۴۱۸، ۶۴۰۵، ۶۴۱۰ کی تثبیت
کر لی جاتی ہے اور بلند لیول یا زمین کا جو حصہ شمال ۔ شمال مشرق کی
طرف کو جاتا ہے معلوم کر لیا جاتا ہے ۔ سرویر کو معلوم ہو جاتا ہے کہ
اس کو ب پر کوئی کام اور کرنا نہیں ہے اور چونکہ اس کو اپنا مقناطیسی
نصف النہار معلوم کرنا ہے وہ اپنی کمپاس کو چڑھا لیتا ہے اور کمپاس کی
ڈبیا کے کنارے پر ایک خط کھینچ لیتا ہے جو مقناطیسی شمال کو ظاہر کرتا ہے۔
اب چونکہ وہ ایک شمال مشرقی سمت میں جانا چاہتا ہے جہاں شاید
اس کو ایک سے زائد بعید مقام نہ معلوم ہو سکیں، گز والا آدمی ۶۴۱۸
پر سے نہیں بلایا جاتا ۔ اب ہم یہ خیال کر لینگے کہ ایک محل کو جو نقشہ میں
نمبر ا سے ظاہر کیا گیا ہے پسند کر لیا گیا ہے اور د دیکھا جا سکتا ہے اور
نیز ا اور ب بھی ۔

سرویر اس طرح نمبر ا کے حقیقی محل کو ثانوی تقاطع[۵۲] سے قائم کر سکتا
ہے یا جس کو ہندوستان میں "تثبیت" کہتے ہیں حاصل کر سکتا ہے ۔ وہ
مثلث ب ا د کے اندر رہتا ہے اور اس طرح اس کا حقیقی محل خطا
کے مثلث کے اندر رہیگا اگر کوئی خطا ہے ۔ اس مثلث کو معمولی طریقہ
سے حل کرنا حالات موجودہ میں تضیع اوقات ہے اور جو کچھ پیمائش
کرنیوالے کو کرنا چاہیے وہ یہ ہے کہ اپنے کمپاس کو تختہ پر رکھ کر تشریق
کرے تاوقتیکہ مقناطیسی سوئی شمال پر ساکن نہ ہو جائے ۔ اُس وقت ۶۴۱۸
والے نقطہ کو پھر دیکھا جاتا ہے اور پڑھا جاتا ہے ۔ اس کا اپنا
محل ۶۴۱۸ کے نقطہ سے مرتسم کر لیا جاتا ہے ۔ جو نقطہ اس طرح
نمبر ا کے لیے معلوم ہوتا ہے وہ مقام د کی مدد سے تختے کے السمت کو صحیح

[۵۲] نمبر چوب والے ۵۲ باز تراش (Resection)

کرنے کی غرض سے اس صورت میں کہ مقناطیسی کمپاس کا تغیر موجود ہو استعمال کیا جا سکتا ہے اور نمبر ۱ کا محل ب اور ۲. سے تقاطع ثانوی کرکے پڑتال کیا جا سکتا ہے - اس میں کوئی فرق نہیں ہونا چاہیے کیونکہ تغیر کی تبدیلی گو زیادہ ہی کیوں نہ ہو بہ مشکل اس چھوٹے خط پر جو ۶۴۱۶ ۸ اور نمبر ۱ کے درمیان ہے اپنا اثر کریگی -

مقام نمبر ۱ پر گز والے آدمیوں سے بہت کام لیا جاتا ہے کیونکہ یہاں کام کرنے کے لیے بہت ہوتا ہے - ہر کام کے ختم پر تختہ والے کو معلوم ہو جاتا ہے کہ اس سے قبل کہ وہ اپنے تختے کو شمال کی جانب آگے بڑھائے اس کے لیے ضروری ہے کہ وہ مشرق کی طرف ایک اور مقامہ بنائے - اس موقع پر وہ ایک گز والے آدمی کو ۶۴۱۰۰ پر رکھتا ہے مع ہدایات کے وہ تاحکم ثانی وہاں ٹھہرا رہے اور وہ ۶۴۰۶۴ کے گز والے سے نمبر ۲ مقامہ معلوم کرنے میں کام لیتا ہے بالکل اسی طرح جیسے کہ اس سے پہلی حالت میں یعنی نمبر ۱ کے محل کے دریافت کرنے میں۔ (۵۰)

اب محل ۲ پر سرویر نقطہ ۱ کو دیکھتا ہے تاکہ اپنا السمت درست کرلے لیکن اس حالت میں کہ ۱ کو نہ دیکھتا وہ اپنی مقناطیسی سمت کو صحیح مان سکتا ہے وجہ یہ ہے کہ اس کو نمبر ۲ کو کسی حصری کے کام میں تو لانا ہی نہیں اور جو کوئی نقاط اس نمبر ۲ سے وہ ثبت کرتا ہے ان پر کمپاس کے خفیف سے فرق کا کوئی اثر نہیں ہوتا سرویر اب ایک لیول کی کھونٹی کو جس کی قیمت ۶۴۱۰۱ ہے انتخاب کرتا ہے اور اپنے محل کو ۶۴۱۰۰ کے محل سے دریافت کرلیتا ہے اور اگر ممکن ہو تو اس کی پڑتال کرلیتا ہے - وہ اپنے ارتفاع کو ۶۴۱۰۰ سے تحویل کرتا ہے اور اپنے ارتفاع کی پڑتال کرتا ہے اور لیول لینے والے کے تحویلی ارتفاع سے وہ اپنے لیول کو درست کرلیتا ہے - سرویر اسی طرح کام کو جاری رکھتا ہے اور اپنے محل سے ارتفاع کی پڑتال جہاں جہاں ممکن ہو کرنے کے بعد آخر کار مس پر کام کو بند کر دیتا ہے اثنائے پیمائش میں تقریبی محل حاصل

لے باز تراش ۵۲ نمبر چوب

کرنے کے لیے ایک ماہینی گز رکھ لیتا ہے اور اس طرح آخری مقامہ سے ثبت شدہ مقامات سے ایک معقول فاصلہ پر رہتا ہے۔

(۳۴) اگر سرویر کا تختہ باری باری سے متبادل مقامہ جات پر نہیں رکھا گیا تھا جیسا گھنے جنگل میں ممکن ہے کہ پیش آ گیا ہو تو اس وقت پچھلی اور اگلی کرن کے طریقے کی طرف رجوع کرنا پڑیگا اور کل کام کا نصف کرنا ممکن ہوگا۔ س پر سرویر آخر کار واپس آتا ہے اور مقامہ نمبر ۴ پر اپنا کام بند کر دیتا ہے اور مقامہ نمبر ۲ کو بھی ایک طرف کو ہٹ کر دیکھ لیتا ہے۔

(۳۵) اسی طریقے سے کسی چھاؤنی کی پیمائش بھی ایک زاویہ گیر حصری کو پیمائشی بنیاد قائم کرکے کی جا سکتی ہے اور عمارات اور ان کے متعلقہ احاطوں کے گوشے، قندیلوں کے محل، نالیاں، حد بندی کے نشانات، پن برج[۱]، وغیرہ وغیرہ تختہء سطح پر قائم کیے جا سکتے ہیں۔ اس طرح پیمائش سے کھڑی فصلیں اور رنج کے باغوں کا کوئی نقصان نہیں ہوتا جتنا کہ ایک نقطہ سے دوسرے نقطہ تک جریب کشی کی وجہ سے ہوتا ہے۔ کسی بازار کے گوشہ کو قائم کرنے کے لیے بس اتنا ضروری ہوتا ہے کہ عام سڑک پر گز کو سروں کے اوپر دکھا دیا جائے اور آگے چل کر مکمل نظام تحویلی لیولوں کا نکلتا آئیگا۔

(۳۶) اس بات پر زور دیا گیا ہے کہ تختہ کی السمت صحیح حالت میں رہے اس لیے کہ فاصلہ میں کوئی خطا نہیں ہوتی۔ جو ہمیشہ افقی ہوتا ہے اور جو فاصلہ پیمائی سے حاصل کیا جاتا ہے بشرطیکہ گز، دوربین کے عدسے کی طاقت کے اندر موزوں فاصلے پر پکڑا گیا ہے اور زیادہ لمبے فاصلے اس لیے کہ زمین کو جلدی طے کر لیا جائے نہیں لیے گئے ہیں۔ زاویہ گیر اور جریب سے ہموار زمین پر پیمائش کرنے میں زاویئی صحت کم و بیش جریب کی صحت کی وجہ سے متوازن ہو جاتی ہے لیکن پہاڑی علاقہ کے کام میں یہ توازن مفید ثابت نہیں ہوتا جب تک کہ جریب کشی علمی اصولوں پر مبنی نہ ہو جیسے کہ ایک بنیادی خط پر ہوتا

[۱] Hydrant = آبہ (کمیٹی)

ہے۔ جو فاصلہ کہ جریب سے ناپا جاتا ہے وہ حقیقی افقی فاصلے سے یا تو زائد ہوتا ہے یا کم (عام طور پر زائد ہوتا ہے)۔ ایک سمت میں زیادتی ایک زاویئی تقسیم رسدی ہو جاتی ہے جب کہ حصری پہلی سمت سے قائمہ میں ہو جاتی ہے اور اسی طرح اختتامی خطا ایسے حصری کی خیالی رہ جاتی ہے۔ چونکہ ہندوستان میں ایسے حصری کام کا بہت زیادہ حصہ (۵۱) ایسے پہاڑی علاقوں میں جن پر گھنے جنگل ہوں، ہوتا ہے جہاں مثلثائی ناممکن ہے بجز اس کے کہ وہ زاویہ گیر حصری کے خط وتری کا کام دے اور چونکہ جنگل کی روشنی والے خطوط موجود ہوتے ہیں اس لیے تختہ مسطحائی، فاصلہ پیما زاویہ گیر سے اختیار کر لینی چاہیے، ہر ایک تختہ والے کو چاہیے ایک خاص قطعۂ زمین کو جو خطوطِ روشنی سے محدود ہو زاویہ گیر حصری کے کسی حصے کو بنیاد بنا کر مثلثائی کے نقاط کو اگر وہ بلند اراضیات پر جو خاصی ہموار ہوتی ہیں موجود ہوں باہم ملائے حصری کے ساتھ ساتھ ایک عمدہ سلسلہ ارتفاعوں کا ہم ارتفاعی خطوط کی پڑتال کے لیے بھی قائم کرتے چلے جانا چاہیے۔

ایک زاویہ گیر حصری بلند زمین کے قطعہ پر غیر ضروری ہے اگر قطعۂ زمین کو جغرافیائی حیثیت سے قائم کرنا مطلوب نہیں ہے۔

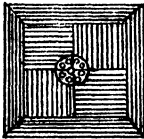
(۳۷) اس جگہ فقط ایک خاکہ اس قسم کے تختہ مسطحائی کے امکانات کا بیان کیا گیا ہے اور طالب علم کو زیادہ وضاحت سے حال باب ششم حصۂ اول میں معلوم ہوگا۔ ہر ایک تختہ مسطح کا کام کرنے والا تجربہ سے بہت سے اختصاری قاعدوں سے واقف ہو جاتا ہے اور یہ اس کا کام رہ جاتا ہے کہ وہ ایسے قاعدوں کو معلوم کر لے اور اپنے علم کی تکمیل اس قسم کے کام میں کر لے اور اس سے پہلے کہ یہ باب ختم کیا جائے یہ بہتر ہوگا کہ کچھ عام اشارات تختہ مسطحائی کے متعلق بیان کیے جائیں، اور وہ مشکلات بیان کی جائیں جو نامکمل نشست مسطروں سے اور تختہ مسطحوں سے جو گیلی لکڑی کے بنے ہوئے ہوں کام کرنے میں پیش آتی

رہتی ہیں۔

تختہ مسطحائی عام طور سے مثلثائی پر یا حصری میں ہوتی ہے اور وہ کاغذ جس پر کہ پیمائش ہوتی ہے کپڑے پر لیئی سے چپکا دینا چاہیے اور کپڑا تختے پر اور پوری طرح سے خشک ہونے کو رکھ دینا چاہیے قبل اس کے کہ حل شدہ نقاط اس پر مرتسم کیے جائیں۔ اس بات کی بہت احتیاط رکھی جائے کہ تختے کو گیلا تو نہیں کر دیا۔ معمولی مسطح تختے پائن[1] (صنوبر) کے تین تختوں کے ٹکڑوں سے بنے ہوئے ہوتے ہیں جن کی لکڑی کی رگ ایک ہی سمت میں ہوتی ہے اور یہ ٹکڑے ساگوان کے دو بدّوں سے جکڑے ہوئے ہوتے ہیں یہ جھری دار سوراخوں کی وجہ سے جانبی حرکت کر سکتے ہیں اور اس طرح پھیلاؤ اور سکڑاؤ کی رعایت ہو جاتی ہے، عام طور سے سکڑاؤ ہوتا ہے کیونکہ بارش کے مہینوں میں اور رات کے وقت لکڑی رطوبت کو جذب کر لیتی ہے اور پھول جاتی ہے اور یہ نمی خشک موسم میں اور دن کی گرمی میں خارج ہو جاتی ہے۔ پھر ناہموار سکڑاؤ سے جو ایک ہی سمت میں، عام طور سے عرض میں ہوتا ہے اس سے نہایت اعلیٰ درجہ کی مثلثائی یا حصری جس وقت کہ تختہ شکن دینے لگے بیکار ثابت ہو جاتی ہے اور اس مشکل پر قابو پانے کا ایک ہی طریقہ ہے کہ ایک سے لے کر سات دن تک پیمانے اور پیمائشی زمین کے رقبہ کو مدّ نظر رکھ کر تختہ کے ہر ایک حصہ کے قائم شدہ مقامات اور نقاط پر تختہ قائم کرتے پھریں اور ان سے بہت سے امدادی نقاط کا تقاطع کیا جائے تا وقتیکہ کوئی حصہ تختہ کا نقاط سے دو یا تین انچ کے فاصلے تک نہ رہ جائے۔ جس وقت تک کہ سرویر کو اس ابتدائی کام میں یہ معلوم ہوتا ہے کہ اس کے بعید نقاط درست ہیں وہ اپنے کام کو تمام مثلثی معطیات سے یا کسی ایک سے شروع کر سکتا ہے، لیکن جب وہ

---

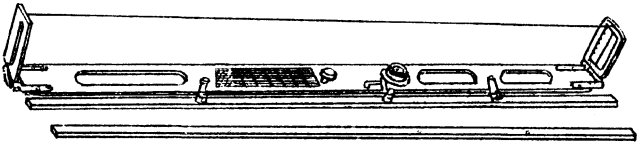
[1] Pine

یہ دیکھتا ہے کہ بعید مقام آپس میں نہیں ملتے تو اس کو چاہیے ان کو ترک کر دے اور صرف اپنے "قریبی" نقاط سے کام کرے۔ اس طور سے وہ اپنے بڑے مثلثوں کو توڑ کر چھوٹا کر لیتا ہے اور جس وقت وہ دیکھتا ہے کہ اس کا تختہ خرابی دے رہا ہے تو اس کو چاہیے کہ اپنے قریبی نقاط کو کام میں لائے اور بعید نقطہ پر نہ تو ثبت کرے اور نہ تقاطع کرے۔ کام کا اس قسم کا خلط ملط تختہ مسطح کی دلفریبی کو مٹا دیتا ہے اور سرویر کی لمبی لمبی مار کے نشانوں کے مشاہدے جو ٹیلوں کی طرف نمایاں مندروں پر، درختوں پر، چٹانوں پر، اور ندیوں کے سنگھم وغیرہ پر لینے میں مانع ہوتا ہے اور جو اس سے زیادہ خراب بات ہے وہ اپنے کام کی پڑتال کے موقع کا زائل ہونا ہے۔ جو کسی نمایاں مقام سے ہوتی ہے جو ایک نہایت ہی خوشگوار کام ہوتا ہے۔ یہ کہا جاتا ہے کہ ایک ایسا تختہ مسطح جو عمدہ پائن کی لکڑی کے چار ٹکڑوں سے بنایا جائے اور جس کو سخت قسم کی لکڑی کے چوکھٹے میں جڑ دیا جائے اور جس میں پائن کی لکڑی کے ٹکڑوں کی رگیں آڑی ہوں (دیکھو نقشہ) کم و بیش اس نقص کو دور کرنے کا موثر اور ارزاں طریقہ ہے۔ لیکن الومینیئم کے تختہ کے سوا جو جہاں تک ہو سکے مربع شکل کا ہو مرتسم شدہ نقاط کے ٹیڑھے پن کی شکل کو اور کوئی چیز نہیں دور کریگی۔

(۵۲)

اگر شست[1] سادہ معمولی ساخت کی ہے تو اس کی لکڑی سیدھی رگوں کی اور پرانی جتنی بھی دستیاب ہو سکے ہونی چاہیے۔ بکسی لکڑی ایسی ہی عمدہ ہوتی ہے جیسی کہ کوئی اور لکڑی اور یہ نہ تو پسیجتی ہے اور نہ بدنما داغ کاغذ پر ڈالتی ہے۔ خط نظر سیدھ[2] پٹیوں میں سے مسطر کے اعتمادی یا عملی کنارے کے متوازی ہونا چاہیے اور اگر ایسا نہیں ہے تو پچھلے اور اگلے ثبت کسی کرن کے یکساں نہیں ہونگے۔ اگر ایک شست مسطر میں ٹیڑھ ہو جائے تو

[1] شست مسطر = Sight-rule
[2] سیدھ پٹی = Sight-vane

اس وقت اس کے کنارے کا تھوڑا سا منتخب شدہ سیدھا حصہ استعمال کرنا چاہیے اور اس سے خط کھینچنے چاہییں اور اس ہی شستِ مسطر[1] سے کام کی پڑتال کرنی چاہیے۔

ذیل کے مجوزہ نمونہ کی سفارش کی جاتی ہے کیونکہ یہ توازیت کے لیے ترتیب دیا جا سکتا ہے اور کرن کھینچتے وقت شست مسطر کو پنسل یا الپن سے مقامی نقطہ پر اڑا کر لگانے کی ضرورت نہیں رہتی - یہ الیکٹرم (Electrum) کی بنی ہوئی ہوتی ہے مع ایک پتلے توازی مسطر کے

جس کو اس طرح مرتب کر سکتے ہیں کہ وہ ہمیشہ خطِ نظر پر رہے - اس توازی مسطر کو اگر خراب ہو جائے تو علیحدہ کر سکتے ہیں یا اس کے بدلے ایک فالتو پٹی کو جو صندوقچہ میں رہتی ہے لگا سکتے ہیں - سیدھ پٹیاں[2] مضبوط قبضوں سے جڑی ہوئی ہوتی ہیں اس طرح پر کہ ان کو تہ کر سکتے ہیں اور دونوں مسطروں میں ایک ایک گھنڈی لگی ہوئی ہوتی ہے ایک گھنڈی توازی کے نقطے پر شست مسطر کو اٹھانے کے لیے اور دوسری توازی مسطر کے لیے علاوہ ایک چھوٹے سے بلبلے کے جو تختہ کو خاصا لیولی حالت میں قائم کر دیتا ہے -

(۳۸) تختے والے کو اپنے تفصیلی کام کے کرنے کی بہت جلدی (۵۳)

---

[1] شست مسطر Sight-rule
[2] سیدھ پٹی Sight-vane

نہیں کرنی چاہیے۔ سب سے پہلے ممکن ہو تو اس کو تمام ثبت شدہ نقاط پر جانا چاہیے، ان کی پڑتال کرنی چاہیے اور اس کے بعد ایک دن یا اس کے قریب، بہ لحاظ پیمانہ، ضمیمی نقاط لگانے میں خرچ کرنا چاہیے۔ "خارج از مثلث" رہ کر کام کرنے سے بچتے رہنا چاہیے اور بچنے سے یہ بہتر ہوگا کہ ایک نقطہ اپنے کام سے باہر قائم کر لے تاکہ وہ نقاط کی تثبیت میں "داخل مثلث" رہے۔ ایک تثبیت کا حل "خارج از مثلث" نظریہ میں درست ہے لیکن تختہ میں تھوڑی سی اینٹھ سے سخت غلطی ہو جاتی ہے اور یہ بات مثلث کی داخلی صورت میں نہیں ہو سکتی اس لیے کہ یا تو مثلث حل نہیں ہوگا یا خطا ایک بہت چھوٹی سی مقدار تک محدود رہ جائیگی۔ اکثر صورتوں میں تثبیت خارج از مثلث مبہم ہو جاتی ہے اور اس لیے اس کو داخل نہیں ہونے دینا چاہیے۔ بالکل کشادہ یا کافی کشادہ حصۂ زمین پر بہترین نظامِ عمل یہ ہے کہ کسی معلوم مقام سے تثبیت کرنے کے بعد جریب کشوں کو کسی ممیز بعید شخص (Object) کی طرف کو نیت پر لگا دینا چاہیے (یہ ضروری نہیں کہ یہ شخص (Object) تختہ مسطح سے ثبت شدہ ہو) اور یہ سمت وہ ہو جس کی طرف کام پڑا ہوا ہو اور بڑھانا ہو اور اس کے علاوہ ایک کرن بھی اس بعید شخص کی طرف لگا دینی چاہیے۔ جریب کو تفصیل کے قریب ٹھہرا دینا چاہیے اور ایک محل ایسا معلوم کرنا چاہیے جہاں سے کم سے کم ایک بعید ثبت شدہ مقام کا دکھائی ہو اور وہاں سے شاید ایک یا دو قریبی نقاط بھی دکھائی دیتے ہوں۔ اس کو چاہیے کہ فاصلہ ناپ کر دیکھ لے اور کرن کے اوپر مرتسم کر دے۔ اب سرویر اپنے تختہ کی تشریق کسی بعید مقام سے جو قائم شدہ ہے کرتا ہے اور قریب کے نقطہ سے تقاطع کرتا ہے، یہ تقاطع ناپے ہوئے فاصلہ کی پڑتال کا کام دیگا۔ اگر ایک سے زائد قریبی نقطہ دکھائی دیتا ہے اور کوئی وجہ نہیں کہ یہ نہ دکھائی دے بشرطیکہ ابتدائی کام پوری پوری طرح کیا گیا ہے تو جریبی فاصلہ کا ارتسام اب ایک قابلِ اعتماد تثبیت ہو جاتی ہے۔ جس وقت

محل کو قائم کر لیا جائے تو اسی وقت جریب کشوں کو دوسرے خط پر لگا دینا چاہیے اور تھوڑے سے تجربہ کے بعد یہ لوگ ایسی جگہ پر جو تفصیل خیال کی جا سکے ٹھہرنے لگینگے - تختہ والا اس اثناء میں اپنے تختہ کے نزدیک کی تفصیل کو بھر لیتا ہے -

جریب کشی صرف ایک مطلب برآری کا ذریعہ ہے، یعنی اس سے ثبت کا کام جلدی ہو جاتا ہے اور کام کا انحصار جریب کی ناپوں پر نہیں ہوتا سوائے شاید ہر دن میں سے اوسطاً ایک یا دو مواقع کے، لیکن اس پر بھی دوسرا ہی محل ممکن ہے کہ پڑتال کا کام دیدے - چھوٹے پیمانوں پر یہ نظام عمل کام کے لیے مفید بتایا جا سکتا ہے صرف اُس وقت تک کہ ہر مقام پر پیمائش کرنے والا ایک خاصے بعید نقطے کو اپنے سامنے رکھتا ہو اور اس معاملے میں یہ ضروری نہیں کہ ہر دفعہ ایک ہی نقطہ ہو - اس قسم کی جریب کشی کے فاصلے کو قبول کر لینے سے جبکہ ڈھال دار زمین پر اوپر کی طرف یا نیچے کی طرف کام کر رہے ہوں اور ایک بعید مقام کو السمت قائم کرنے کے لیے لے کر مرتسم شدہ نقطہ کو اس پر لگانے میں یہ ضروری نہیں کہ اُفقی فاصلہ کا حسابی عمل کیا جائے بشرطیکہ ایک نقطہ نزدیکی ثبت شدہ خط کے دائیں یا بائیں جانب موجود ہو ایسی صورت میں ایک کرن حاصل کر لی جاتی ہے - اس کرن کا تقاطع پہلی کرن سے بہ لحاظ سمت کے حقیقی نقطہ کو قائم کر دیگا یعنی جریب شدہ فاصلہ اب اُفقی فاصلہ میں تحویل ہو جائیگا -

(۵۴) تختہ کو اب اس نئے یا حقیقی نقطہ کو صحیح قبول کر کے السمت کے لحاظ سے درست کر لیا جاتا ہے اور اُس خفیف سے تغیر کی وجہ سے جو تختہ کے ابتدائی نصب میں کیا جائے آڑی کرن پر کوئی اثر نہیں پڑیگا، لیکن اگر کوئی اثر ہوتا ہے تو اس ہی ترکیب سے بار بار عمل کیا جائے تا وقتیکہ کوئی تبدیلی واقع نہ ہو سکے - یہ زیادہ اچھا ہے کہ تم اپنے تختہ کو اپنی تفصیل کے درمیان نصب کرو اور اس طریقے سے اپنا محل دریافت کرو بمقابلہ

اس سکے کہ ۵۰ یا ۱۰۰ اگز دُور کسی مناسب موقع کی تلاش میں ایک تقاطع[1] ثانی سے تثبیت کرنے کے لیے وقت ضائع کرو۔ اگر جریب سے نقطہ کی صحت میں کوئی شبہہ رہ جائے تو بعد کو ایسی ہی ایک پڑتال آور کرلی جائے۔

۳۹۔ پنسلی کام نہایت ہی باریک ہونا چاہیے اور نہایت عمدہ سخت گریفائیٹ (Graphite) کی پنسل سے کیا جائے۔ پنسل کی نوک کو بار بار ریگ[2] مال کے کاغذ کے ٹکڑے پر گھس کر باریک رکھنا چاہیے۔ اس کی ایک ایک دھجی تختہ کی ٹانگوں میں چپکا دینی چاہیے۔ جب کوئی پنسل نرم کام دینے لگے جیسا کہ گرمی کے خشک موسم میں پیش آجاتا ہے تو ایک نئی پنسل بنالینی چاہیے اور پرانی پنسل مرطوب موسم میں کام کے لیے اٹھا رکھنی چاہیے۔ عمدہ نرم ربر کام میں لانا چاہیے جس سے کاغذ کی سطح خراب نہ ہو جائے اور اس طرح آیندہ کام کو روشنائی سے پکا کرنا یقینی ہو جائیگا۔ ایک فالتو ربر کا ٹکڑا ہمیشہ ساتھ رکھنا چاہیے۔ پنسل کو سیدھا اپنے قاعدہ پر کھڑا کرکے نشست سطر کو کرن لیتے وقت اڑا کر پھرانا چاہیے اور چونکہ باہر کی طرف کا گریفائیٹ بھدے داغ کاغذ پر ڈال دیگا تو اس کو چاقو سے کرید دینا چاہیے۔

پنوں (Pins) کے گہرے سوراخ اور تقسیمی پرکاروں کے بدنما سوراخ جو فاصلے مرتسم کرنے کی وجہ سے بن جاتے ہیں یہ نہیں ہونے چاہییں۔ پنسلی کام جو اختتامی نہیں ہے اس کو سیاہی میں نہیں کرنا چاہیے اس لیے کہ سیاہی کو کھرچنے کی اجازت نہیں ہوتی۔ نظری ہم ارتفاع خطیائی معمولی آلوں میں سے جو ہمیشہ سے استعمال ہوتے ہیں کسی ایک سے وقفہ وقفہ سے بلندیاں لینے سے کی جائیگی۔ ان آلات میں سے پیمائشی وضع کی ساخت کے میل پیما کی یا مماسی میل پیما کی سفارش کی جاتی ہے۔ یہ سفارش صحیح کام دینے کے خیال سے کی جاتی ہے لیکن یہ آلہ لیولی آلہ سے نہایت ہی اندازاً کام کا یا فاصلہ پیما آلہ سے

[1] بازتراش [2] Sand paper

حاصل کیے ہوئے ارتفاعوں کا مقابلہ جب کہ یہ معمولی لیول پیمائی پر اور مثلثائی پر مبنی ہوں ہرگز نہیں کر سکتا - سرویر کو چاہیے کہ قبل اس کے کہ وہ ایک تثبیت پر سے ہٹے اپنا پورا پورا اطمینان کرلے کہ اپنے کام کو ختم کر لیا ہے، اور جیسے جیسے وہ ایک نقطہ سے دوسرے نقطہ پر جاتا ہے اس کو ہر ایک موڑ اور گھوم خواہ ندی میں یا راستے میں یا سڑک میں ہے نگاہ میں رکھنا چاہیے اور درج کرنا چاہیے تاکہ اس کو یقین ہو جائے کہ کوئی چیز اس سے رہ تو نہیں گئی یا وہ اس کو چھوڑ تو نہیں گیا - اس کو مختلف ہیئتوں کو جو اشخاص (Objects) کے مختلف دکھاؤ سے پیدا ہو جاتی ہیں مشاہدہ کرنا چاہیے اور جس وقت وہ کام کر رہا ہو تو وہ اس میں منہمک رہے اور اس کا مدعا حد درجہ کی کامل صحت ہونا چاہیے - اس کو چاہیے کہ جب وہ کام پر پھرے تو فاصلوں کا اندازہ کرنے کی قابلیت پیدا کرے تاکہ وہ اپنے نقشہ کے شخص کے فاصلوں کے تقرب اچھی طرح حاصل کر سکے - آنکھ کی تربیت پر بہت زور نہیں دیا جا سکتا - تختہ مسطحائی کا اصل گر فاصلوں کا صحیح اندازہ کرنے کی قابلیت مع عمدہ نقشہ کشی کی قابلیت کے ہے - تختہ مسطحائی ایک فن ہے جو ایک دن میں نہیں آسکتا اور تکمیل اس فن کی مہینوں کی باقاعدہ مشقت ہی سے حاصل ہوتی ہے جس میں اکثر بہت مشکل صورتیں پیش آتی ہیں - لیکن تھوڑے سے عرصہ میں ایک انجینیر کے مطالب کو پورا کرنے کے لیے کافی طور سے اس کام کو سیکھا جا سکتا ہے -

(۵۵) (۴۰) ایسے مجوزہ پراجکٹوں اور تجویزوں کی حالت میں جن سے زمین کے ایک وسیع رقبے کی ہیئت تبدیل ہو جائے یہ کرنا چاہیے کہ ان کو سروے آف انڈیا کے معطیات پر مبنی کرنا چاہیے جو محکمہ کے صدر دفتر سے مل سکتے ہیں - کوئی محکمہ کسی سروے کے کام کو اپنے نقشوں میں شمولیت کے لیے نہیں قبول کر سکتا اگر سروے کی بنیاد کسی طرح قابلِ اعتراض ہے، اور کوئی بے ڈھنگی سے بے ڈھنگی

سروے بھی جو بڑے پیمانہ پر ہو اور اس کو صحیح بنیاد پر قائم کر دیا جائے تو وہ بھی پیمانے کو کم کر دینے پر کارآمد بن جاتی ہے۔ کسی پراجکٹ یا مجوزہ کام کو سروے آف انڈیا کے معطیات سے تھوڑے تھوڑے فاصلہ پر ملا دینا چاہیے یا اِس سے ہی شروع کرنا چاہیے۔ اور ایک جالدار یا سادہ نظامِ مثلثائی انجینیر کو اپنے تختہ مسطح کے کام کی بنیاد کے لیے بنانا چاہیے۔ اِن مثلثوں کے ضلعے حل کرنے چاہییں اور ضلعوں کو ڈنڈی پرکار سے توسیں کھینچ کر مرتسم کرنا چاہیے اور اس طرح تیسرا مقامہ حاصل کرنا چاہیے۔ ہر ایک مقامہ تک لیول کرنا چاہیے اور ریولوں کی قیمتوں کو تھوڑے تھوڑے فاصلہ پر چھوڑ دینا چاہیے یہ متفرق جگہوں پر مقامہ جات کے درمیان ہوں تاکہ مزید پڑتال کا کام دے سکیں، اس طرح پر اگر مناسب صحت کے ساتھ تحویلی لیول چاہییں تو وہ حاصل ہو سکتے ہیں۔ کوئی سی بنیادی قیمت لیول پیمائی کے ابتدائی مقامہ جات کی مانی جا سکتی ہے اور فرق ہر ایک نقشہ پر درج کیا جا سکتا ہے مگر یہ اس کے بعد ہو سکتا ہے کہ جب کسی جی۔ ٹی[1] لیول پر یا کسی ایسے مقام پر جو جی۔ ٹی کی قیمت سے قائم کیا گیا ہو کام کو بند کر لیا جائے۔ سروے آف انڈیا مثلثائی کی بلندیوں کے اعداد کو صحیح نہیں مان سکتے، یہ صرف تقریباً ۵ فٹ کے اندر اندر صحیح ہوتے ہیں تاہم تقریبی قیمت جو دی ہوئی ہوتی ہے اس کو ابتدائی مقامہ کے لیے اس وقت لیں جب کہ کسی مقام پر کام کو ختم کرنے پر یہ معلوم ہو کہ تصحیح کرنے کے لیے کسی بڑی عددی رقم کا فرق نہیں ہے۔

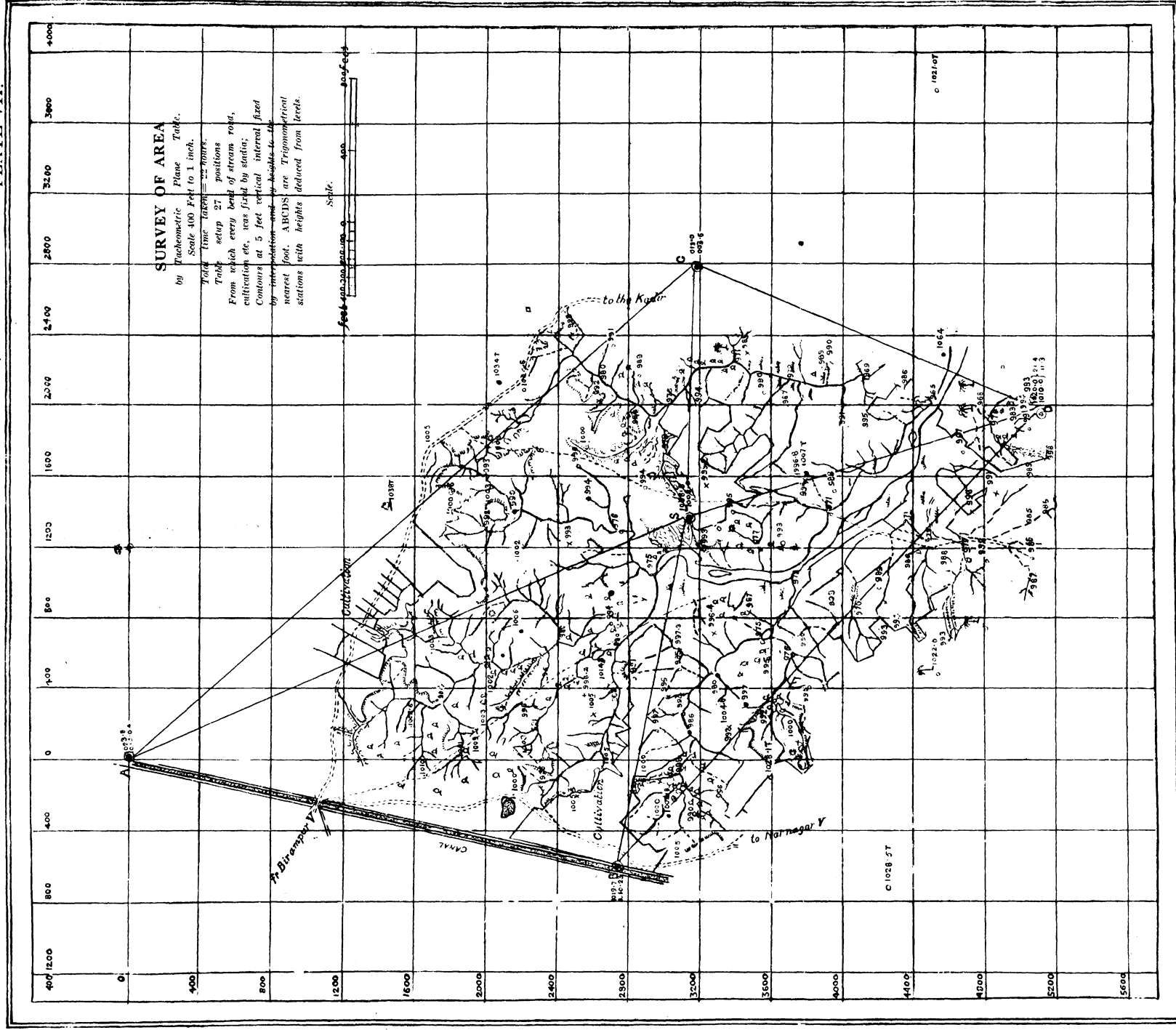
اس مضمون کو زیادہ اچھی طرح بیان کرنے کی غرض سے ہم فرض کیے لیتے ہیں کہ انجینیر کے پاس معیاری نقشے یا اُس علاقہ کا نقشہ جس پر اس کو کام کرنا ہے موجود ہے اور علاوہ اس کے سروے آف انڈیا کی معاون جدولیں (Auxiliary tables) بھی موجود ہیں جس میں وہ تمام ضروری باتیں درج ہیں جن کی ضرورت اس کے نقشے کی تظلیل اور ترسیم کے لیے پڑتی ہے۔ وہ اپنے معیاری نقشے کو اپنے پیمانہ کے مطابق طول بلد اور عرض بلد

[1] G. T. Level = میلان و بعد پیما لیول

کے موزوں مربعوں میں یعنی "چار خانوں" میں بانٹ لیتا ہے اور ایک کاغذ کے ٹکڑے پر ہر ایک عرض بلد کے قطعہ کے برابر ایک چار خانہ کی نقل کر لیتا ہے (۳ ۴۵ یعنی $\frac{1}{16}$ درجہ ۴ فی میل کے پیمانے کے لیے ۱ $\frac{1}{2}$ ۵۲ یعنی $\frac{1}{32}$ درجہ ۸ فی میل کے پیمانے کے لیے اور علیٰ ہذا القیاس) - یہ کاغذ کا قطعہ ایک ہی عرض بلد کے متوازی عدد کے لیے جھوجھو کر کتنے ہی اور نقشوں کے کاغذوں پر کام میں آسکتا ہے - سرویر اس چار خانے کو پھر اور حصوں میں بانٹ کر پیمانے بنا کر سروے آف انڈیا کے مہیا کیے ہوئے مثلثوں کی قیمتیں نقشہ پر لگا لیتا ہے - اب وہ اپنے چھوٹے چھوٹے مثلثوں کے نظام سے بڑے مثلثوں کو توڑتا ہوا چلا جاتا ہے - یا اگر علاقہ کشادہ ہے اور اس کے پاس اور زیادہ مثلثی معطیات کام کو ملانے کے لیے موجود ہیں تو تختہ مسطح سے مثلثائی کر لیتا ہے - لیول کرنے والا ابتدائی کام میں ساتھ رہ سکتا ہے تاکہ اس کو مقامہ کے نقاط کے مواقع کا صحیح اندازہ ہو جائے اور یہ معلوم ہو جائے کہ دیگر مابینی مقامات کس کس موقع پر مطلوب ہیں - (۵۶)

کام کرنے کا یہ بہترین اور نہایت علمی طریقہ ہے لیکن ایسی صورت میں کہ مثلثی نقاط جو مستند معیاری نقشے پر قائم ہیں ان کے ملانے سے جو ضلع پیدا ہو وہ اس قدر لمبا ہو کہ جو کاغذ پیمانے کے لحاظ سے استعمال کیا جا رہا ہے وہ اس کے باہر نکل جائے تو ایک ہی نقطہ لیا جا سکتا ہے اور ایک قاعدہ ناپا جا سکتا ہے اور قاعدے کی سمت حقیقی یا مقناطیسی شمال سے قائم کی جا سکتی ہے - اس طرح سے سروے کے پہلے دو نقاط حاصل ہو جاتے ہیں جن میں سے ایک کی قیمت معین کی جا چکی ہے - ابتدائی سمت کو پھر تبدیل نہیں کرنا چاہیے اس لیے کہ آگے چل کر نقاط کے محل صرف فاصلوں سے مرتسم کیے جاتے ہیں اور چونکہ ایسا ہوتا ہے اس لیے مثلثوں کو متساوی الاضلاع جہاں تک بھی ہو سکے بنانا چاہیے - اس مثلثائی کو جہاں موقع ملے کسی اور مثلثی معطیات سے ملا دینا چاہیے - یا تختہ مسطح کا کام جو ایسی مثلثائی پر کیا جائے تو اس میں

PLATE VII.

Engraved and Printed at O. U. P. Studio.

ایسے معطیات کو چُن چُن کر لگا دینا چاہیے - سروے کا کام اس وقت مستند معیاری نقشے پر درستی کے لیے مفید ثابت ہو سکتا ہے اور انجینیر کو چھوٹے پیمانہ پر کام کو مرتسم کرنے سے اور اس کے مثلثی معطیات کو جو اس کے پاس پہلے سے موجود ہیں ملا کر جوڑنے سے معلوم ہو جائیگا کہ اس کے کام کی رفتار کیا ہے -

جو ہدایات کہ دی گئی ہیں ان سے بلندی کے لیے یہ مشکل کام نہیں رہا کہ وہ اب کام کو شروع نہ کر سکے - اور یہ بات یاد رکھنے کی ہے کہ ابتدا میں کام کی رفتار سست ہوگی لیکن مستقل مزاجی سے کام کرنے سے اور اس فنِ پیمائش کے امور میں جو پیدا ہوتے رہیں دلچسپی کے پیدا ہو جانے سے دن کی درازی معلوم نہیں ہونے پائیگی اور کام ایک خوشی کا ذریعہ بن جائیگا - ایسے طریقے مثلاً جریب اور کمپاس سے پیمائش کو بیاضوں میں لکھ کر کرنا، وغیرہ، بڑے کاموں کے لیے ابتدائی مدارج ہونگے اور فی زمانتا زمین کے نقشے کے کام میں فاصلہ نما کا طریقہ بشمولیت جھانکاری کے طریقوں کے وہ انتہائی طریقے ہیں جو اس وقت تک ایجاد ہو چکے ہیں -

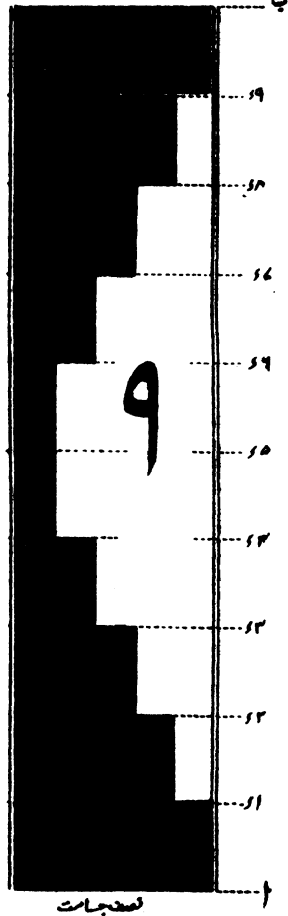
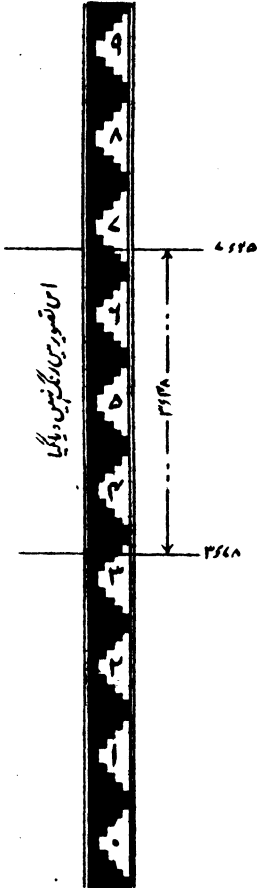
۴۱ - تختی ۸ - ایک اوسط درجہ کی مشکل زمین میں پیمائشی کام کا نقشہ ہے اس سے طلبا کے کام کی پڑتال کی جاتی ہے، اس میں مثلثائی کے نقاط وہ ہیں جو اس کتاب کے باب اول میں حل کیے گئے ہیں - تختی (۸) پر اس کام کے لیے جو گز درکار ہوتے ہیں وہ دکھائے گئے ہیں -

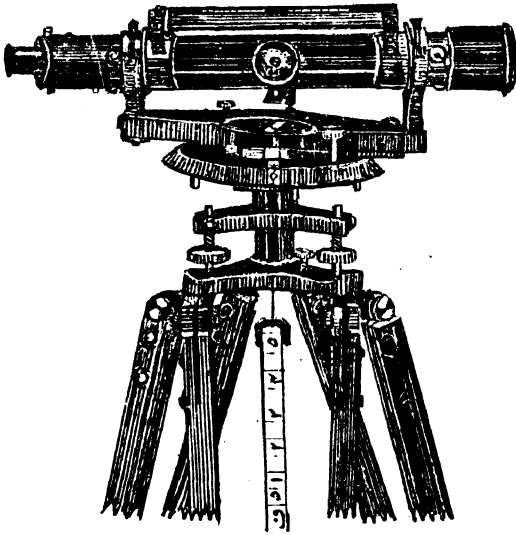
(۵۷) ۴۲ - **میلان و بُعد پیما لیول** ——— اس آلہ میں جو سی.[۱] ایف. کسیلا اور کمپنی لندن کا ساختہ ہے اور جو شکل ۱ میں دکھایا گیا ہے، نہایت دانشمندانہ ترکیب سے تمام ذرائع میلان پیمائی،

---

[۱] نمبر حوب
C. F. Casella and co, London.

تختی نمبر ۸

گز کے نمونہ کو جو فاصلہ پیما تختہ مسطح کے لیے تجویز کیا گیا ہے
اعشاریہ کے پہلے مرتبہ تک پڑھنا چاہیے
اور دوسرے مرتبہ کے لیے
تخمینی اندازہ کرنا چاہیے۔

فاصلے ناپنے اور مقررہ مقداریں فاصلے لگانے کے اور لیول کے فرق معلوم کرنے کے سب یک جا کر دیے گئے ہیں۔

شکل ۱۱۰

یہ سب کے سب حد درجہ کی سادگی اور جلدی سے صرف ایک ہی مشاہدے میں عمل میں آ جاتے ہیں۔ اس میلان و بُعد پیما لیول سے جریب یا فیتے کی ضرورت بالکل رفع ہوگئی ہے اور چونکہ عمل غیر معمولی صحت تیز رفتاری اور آسانی سے کر لیے جاتے ہیں اس لیے کام کی بہت زیادہ مقدار ایک معین وقت میں بہ مقابلہ معمولی طریقوں کے جو سرویر اور سول انجینیر اختیار کرتے ہیں اس آلہ سے ختم کر دی جاتی ہے۔

اس آلہ سے طولی فاصلے خطوطِ مستقیم میں بہ مقابلہ جریب کے بہت زیادہ صحت کے ساتھ معلوم ہو جاتے ہیں۔ اور خوبی یہ ہے کہ ناہموار اور نشیب و فراز زمین کا کوئی لحاظ نہیں کرنا پڑتا اور نہ ندی نالے یا پانی کا جو مشاہد کے مقامہ میں اور بعید شخص (distant object) میں حائل ہو کوئی خیال کرنا پڑتا ہے۔

ایک بین فائدہ اِس آلہ میں جو اس کو خاص طور پر میدان میں کام کے لیے دلفریب بنا دیتا ہے یہ ہے کہ کوئی حسابی عمل اس کے استعمال میں نہیں کرنا پڑتا۔ اس میں کوئی نازک خُردہ پیما پیچ، اس کی مخصوص خطاؤں، اور اس کے پیچیدہ حسابی عمل کے لیے نہیں ہوتا۔ کوئی حرکت پذیر کنندہ خطوط یا تارِ عنکبوت نہیں ہیں جو جلدی سے ٹوٹ جایا کرتے ہیں اور اس طرح آلہ کو بے کار کر دیتے ہیں تا وقتیکہ اس کو پھر کاریگر کے پاس درستی کے لیے نہ بھیجا جائے۔ بلکہ اس سب کے بمقابلہ میں ایک سادہ گردش سے یعنی آلہ کے محور پر جنبش سے اور دوربین میں مشاہدہ سے میلان، فاصلہ، یا لیول کا فرق، فوراً حاصل ہو جاتا ہے۔

(۴۳) آلہ کا بیان ــــــ اُفقی عضو یا دائرہ پر جو آلہ کی بیٹھک کے نیچے ہی ہے میلانوں کا سلسلہ (دونوں اُتار اور چڑھاؤ کا) ا میں ۵۰۰ سے لے کر ا میں ۲۴ تک کندہ ہوتے ہیں۔ نمایندہ کو صفر پر لگا کر دیکھو تو یہ ایک معمولی لیول ہے اور معمولی طریقے پر یہ لیول کے کاموں میں استعمال ہو سکتا ہے۔ تمام فاصلے جو اس آلہ سے حاصل ہوتے ہیں وہ سب اُفقی مستقیم ناپیں ہوتی ہیں خواہ وہ ڈھلانوں پر یا ہموار زمین پر ہی واقع ہوں۔

آلہ کو میلان کی ترتیب دینے کے لیے کسی ہموار زمین پر ایک فاصلہ ۲۰۰ یا ۳۰۰ فٹ کا ناپ لو اور آلہ کو صفر پر ثبت کرو اور ایک گز کو صحیح ناپی ہوئی زمین کے سرے پر کھڑا کر کے شمار پڑھ لو۔ نمایندہ کو میلانی درجہ بندی کے ہندسہ ۱۰۰ پر سرکاؤ اور پھر گز پڑھو۔

اگر نتیجہ یکساں نہ ہو جیسے کہ خط کی لمبان ظاہر کرتی ہے تو نمایندہ کو

قیمت کے بڑھانے یا گھٹانے کے لیے سرکایا جا سکتا ہے ۔ نمایندہ جب اس خاص خط پر ثبت ہو جائے تو پھر آلہ کے تمام مقروأت کے لیے صحیح کام دیگا ۔

مندرجۂ ذیل میلانوں کے جوڑے ہیں جن کے استعمال سے مقروأت کا فرق جو نمبر چوب پر ہو ۱۰۰ سے ضرب کھا کر اُفقی فاصلہ آلے سے نمبر چوب کا بتا دیتا ہے :-

$\left\{\begin{matrix}۱۰۰\\۵۰\end{matrix}\right\}$ $\left\{\begin{matrix}۶۶\frac{۲}{۳}\\۴۰\end{matrix}\right\}$ $\left\{\begin{matrix}۶۰\\۳۷\frac{۱}{۲}\end{matrix}\right\}$ $\left\{\begin{matrix}۵۰\\۳۳\frac{۱}{۳}\end{matrix}\right\}$ $\left\{\begin{matrix}۳۳\\۲۵\end{matrix}\right\}$ $\left\{\begin{matrix}۲۵\\۲۰\end{matrix}\right\}$ $\left\{\begin{matrix}۲۰\\۱۶\frac{۲}{۳}\end{matrix}\right\}$ $\left\{\begin{matrix}۱۲\frac{۱}{۲}\\۱۱\frac{۱}{۹}\end{matrix}\right\}$ $\left\{\begin{matrix}۱۱\frac{۱}{۹}\\۱۰\end{matrix}\right\}$

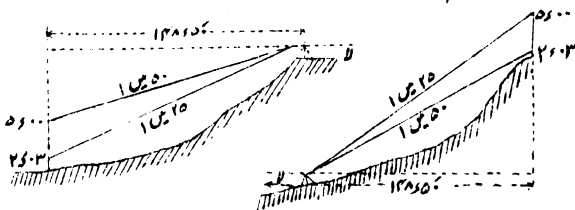
یا علاوہ اس کے اگر ایک ڈھال اور اس کا نصف استعمال کیا جائے تو نمبر چوب پر کا درمیانی فاصلہ اوپر والے ڈھال کے ہندسوں سے جو استعمال میں ہیں ضرب کھا کر وہی نتیجہ دیگا یعنی $\left\{\begin{matrix}۲۵\\۵۰\end{matrix}\right\}$ میلان اگر استعمال کیے گئے ہیں اور فاصلہ محاذی نمبر چوب پر = ۲٫۹۷ کے تو افقی فاصلہ = ۵۰ × ۲٫۹۷ = ۱۴۸٫۵۰ فٹ ۔

ارتفاع کا فرق دُوربین اور کسی خاص مقروۂ نمبر چوب کا جس کو اُفقی تار کاٹتا ہے معلوم کرنے کے لیے صرف یہ کرنا پڑتا ہے کہ اُفقی طولی فاصلہ کو میلان سے ضرب دیا جائے (میلان کو کسر کی صورت میں استعمال کرنا چاہیے) ۔ (۵۹)

اس کی تشریح کے لیے آؤ ہم دو صورتیں خیال کریں ۔ ایک

صورت اول (اُتار)          شکل ۱۲          صورت دوم (چڑھاؤ)



ا ؎ شمارنز

"چڑھائی" کی اور دُوسری "اُتار" کی۔ اُوپر کی مثال کو لے کر۔

صورت اول — ۵۰ کے میلان سے فرض کرو کہ نمبر چوب پر ۵٫۰۰ فٹ مقروءہ ہے اور ۲۵ کے میلان سے فرض کرو کہ نمبر چوب پر ۲٫۰۳ فٹ ہے، تب اُفقی طولی فاصلہ (ا، ط، ف) = ۱۴۸٫۵۰ اور نمبر چوب پر مقروءہ کا ارتفاع ۵٫۰۰ فٹ دُوربین سے نیچے = ۱۴۸٫۵۰ × ۱/۵۰ = ۲٫۹۷ فٹ اس لیے سطح زمین جہاں نمبر چوب کھڑا ہے دُوربین سے نیچے = ۲٫۹۷ + ۵٫۰۰ = ۷٫۹۷ ۔

یا دُوسری طرح مقروءہ کا ارتفاع ۲٫۰۳ = ۱۴۸٫۵۰ × ۱/۲۵ = ۵٫۹۴ دُوربین سے نیچے، اس لیے سطح زمین یا نمبر چوب کا پیر = ۵٫۹۴ + ۲٫۰۳ = ۷٫۹۷ دوربین سے نیچے ہوئے اور یہ اُس نتیجے کے مساوی ہے جو ۵۰ کے میلان نے دیا تھا۔

صورت دوئم — ۲۵ کے میلان پر نمبر چوب کا ارتفاع ۵٫۰۰ مقروءہ پر = ۱۴۸٫۵۰ × ۱/۲۵ = ۵٫۹۴ فٹ دوربین کے محور کے اُوپر، اس لیے دوربین کے محور کے اوپر نمبر چوب کے نیچے کی زمین کا ارتفاع = ۵٫۹۴ − ۵٫۰۰ = ٫۹۴ اور اسی طرح یہی ۵۰ کے ڈھال سے معلوم کیا جا سکتا ہے۔

[1] مندرجۂ بالا سے ہم یہ قاعدہ حاصل کرتے ہیں:- اگر لا = دوربین کے ارتفاع (محور) کے جو مقامہ کی زمین کے اوپر ہے جہاں آلہ نصب ہے، اور ما = نمبر چوب پر کے مقروءہ کے، ظ = محورِ دُوربین اور نمبر چوب کے مقروءہ کے درمیان ارتفاع کے فرق کے، تب

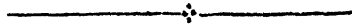
سطح زمین کا لیول جو آلہ پر ہے + لا − ما ± ظ (± ظ مطابق چڑھائی/اتار کے ہونا چاہیے) جدید لیول نمبر چوب والی سطح زمین کا۔

مثال — فرض کرو آلہ کا زمینی لیول یا مقامہ کا نقطہ جس پر

---

[1] یہ آسانی سے ایک شاقول کے ذریعہ سے مع فیتے کے الحاق کے جو آلہ کے ساتھ مہیا کیا جاتا ہے معلوم کر لیا جاتا ہے۔

آلہ نصب ہے = ۱۰۰۰ اور فرض کر دلا = ۰۰ء۴َ
تب زمینی لیول بمبر چوب پر ۲۵ میلان کے ساتھ
صورت اول میں = ۱۰۰۰ + ۰۰ء۴َ − ۰۰ء۵َ − ۹۷ء۲َ = ۹۹۶ء۰۳
صورت دویم میں = ۱۰۰۰ + ۰۰ء۴َ − ۰۰ء۵َ + ۹۴ء۵َ = ۱۰۴ء۹۴

---

# باب سوم

## عملی علمِ ہیئت

### دیباچہ ـ کروی علم مثلث

**تعریفیں** ـــــ کرہ ایک مجسم ہے جس کا ہر ایک نقطہ ایک خاص نقطہ سے جو اس کے اندر واقع ہوتا ہے متساوی البعد ہوتا ہے۔ یہ نقطہ مرکز کہلاتا ہے۔

قطر، ایک خط ہے جو کرہ کے مرکز سے گذرتا ہوا کھینچا جاتا ہے اور جس کے دونوں سرے کرہ کی سطح پر ختم ہوتے ہیں۔ نصف قطر، وہ خط ہے جو مرکز سے سطح تک کھینچا جاتا ہے۔

کبیر دائرے وہ دائرے ہیں جن کی مستوی سطحیں کرہ کے مرکز میں سے گزرتی ہیں اور باقی سب خُرد دائرے ہوتے ہیں۔

کبیر دائروں کے قطر کرہ کے قطر ہوتے ہیں اور خُرد دائروں کے قطر کرہ کے قطر نہیں ہوتے۔

محورِ دائرہ وہ خط کہلاتا ہے جو کرہ کے مرکز میں سے گزرتا ہے اور کرہ کے ایک دائرہ کی سطح پر قائمہ میں ہوتا ہے۔ یہ خط کرہ کی سطح سے محدود ہوتا ہے اور اس کے دونوں سرے اس دائرے کے قطب کہلاتے ہیں۔

دو نقاط کا درمیانی فاصلہ کُرہ کی سطح پر کبیر دائرے کی توس کا وہ حصہ ہے جو دونوں نقاط کے درمیان سے گزرے اور ان دونوں کے درمیان واقع ہو۔ کُرَوی زاویہ وہ زاویہ ہے جو کُرہ کی سطح پر کبیر دائروں کی توسوں سے جو اس نقطہ میں سے گذرتی ہیں بنتا ہے اور دونوں دائروں کی سطحوں کے میلان سے ناپا جاتا ہے۔

ایک کُروی مثلث ایک مثلثی شکل ہے جو کُرہ کی کُروی سطح پر تین کبیر دائروں کی توسوں سے جن میں سے ہر ایک نصف دائرہ سے کم ہو بنتی ہے۔ اس کے زاویے چونکہ ایسے زاویے ہوتے ہیں جو سطحوں سے محدود ہوتے ہیں یعنی ٹھوس زاویے ہوتے ہیں تو ثبوت کے لیے اس کو ٹھوس مثلث خیال کرنا چاہیے۔ علاوہ بریں ایک کُروی مثلث کے اضلاع کبیر دائرے کی توسیں ہوتے ہیں اور یہ ایک ہی کرہ کی توسیں ہوتی ہیں ان کے طول ان کے مشتملہ درجوں کی تعداد کے تناسب ہوتے ہیں اور اس لیے یہ اضلاع درجوں، دقیقوں، ثانیوں کی تعداد سے حل کیے جاتے ہیں جو ان میں موجود ہوں یعنی مرکز پر محاذی ہوں اور جو زاویئی ناپ میں ظاہر کیے جاتے ہیں۔

۵۴ - ضوابط ——— اوپر کی تعریفوں سے یہ سمجھ میں آجائیگا کہ کُروی علمِ مثلث ضلعوں کی (کبیر دائروں کی قوسوں کی) نسبتوں کا حال بیان کرتا ہے اور مثلثوں کے زاویوں کی نسبتوں کا جب کہ زاویے تین یا زیادہ سطحوں کے درمیان ہوں اور سطحیں آپس میں ایک دوسری سے میلان رکھتی ہوں اور ایک ہی نقطہ میں سے گذریں (یعنی مرکز میں سے) اور چونکہ علمِ مثلث مستوی ایک ہی مستوی کی شکل کے زاویوں اور مثلثوں سے تعلق رکھتا ہے اس لیے یہ کہا جا سکتا ہے کہ کُروی علمِ مثلث کو مستوی علمِ مثلث سے وہی تعلق ہے جو ہندسۂ مجسمات کو مستوی علمِ ہندسہ سے ہے۔ (۶۱)

کُروی مثلث جس کا اس باب میں ذکر کیا جائیگا ایک کُروی مثلث

ق س ش ہے جس میں ق قطب ہے، س سمت الراس ہے
اور ش شخص ہے (سورج، چاند، سیارہ یا ستارہ) اور اگر زمین کو وہ نقطہ
سمجھ لیں جہاں کروی مثلث کی تینوں سطحیں ملتی ہیں تب یہ تینوں سطحیں یہ تصور کی جا سکتی
ہیں کہ ایک کبیر کرہ کو (سماوی کرہ کو) تین کبیر دائروں کی قوسوں میں قطع کرتی
ہیں اور جو خطوط ان نقاط کو مرکز سے ملاتے ہیں مجسّم زاویہ کہلاتا ہے۔

تعریف کی رو سے، یہ قوسیں، اپنے تقاطع سے کروی مثلث
ق س ش بنائینگے جس کے اضلاع زاویئی ناپ میں بیان کیے
جاتے ہیں اور زاویے وہ ہوتے ہیں جو ان سطحوں کے درمیان ہوں۔

چند ضوابط کو جو انجینیر اور جانگار سرویر کے لیے علم ہیئت کے
کام میں مفید ہوتے ہیں ثابت کرنے کے لیے اس کتاب میں یہ
کوشش کی گئی ہے کہ ہندسۂ مجسمات کو کام میں لا کر نظری حصّہ کو
آسان کر دیا جائے ہندسۂ مجسمات سے مجسّم زاویے مستوی زاویوں میں تحویل
کر دیے گئے ہیں۔

نوٹ - یہ ضروری امر ہے کہ پڑھنے والے کو یہ بات سمجھنی چاہیے کہ
ہندسۂ مجسمات میں ایک خاص نظام حروف اندازی کا استعمال ہوتا ہے۔
ایک لکیر حرف کے اوپر کر دینے سے ارتفاعی نقشہ ظاہر کیا جاتا ہے اور ایک
ہندسہ حرف کے نیچے لکھنے سے ایک ہی اور اسی سطح میں حرف کے مختلف
محل کو سطحی نقشہ میں ظاہر کیا جاتا ہے شکل میں س سطحی نقشہ ہے، سَ
ارتفاعی نقشہ ہے نقطہ س کا یعنی وہ نقطہ جو س کے ٹھیک اوپر ہے۔
س، س۱، س۲، س۳ وغیرہ مختلف محل نقطہ س کے سطح افقی پر ہیں، اور
ایک لکیر جو ان میں سے کسی پر بڑھا دی جائے تو وہ اُس ہی نقطہ کو ارتفاعی حالت
میں دکھاتا ہے مثلاً سَ اُس نقطہ کو نقشہ ارتفاع میں ظاہر کرتا ہے جو س
کے اوپر ہے۔ علاوہ بریں پڑھنے والے کو سمجھ لینا چاہیے کہ چونکہ س س۱ س۲
وغیرہ مختلف محل س کے ہیں اور جب یہ گردش دیے جاتے ہیں یا ایک دوسرے
کے محل پر لائے جاتے ہیں تو وہ منطبق ہو جاتے ہیں اور سَ ہو جائینگے یعنی

س کا ارتفاع منظرہ میں صرف سَ دیا ہوا ہے جو دوسرے نقشے میں بھی سَ ہے جو س کے عین اوپر ہے۔
شکل ۱۰ تختی ۱۰ میں فرض کرو ق سَ شَ نر مجسم
مثلث ہے اس کا رُخ ق شَ نر افقی سطح پر رکھا ہوا ہے (اُفِ[۱] سطح پر)
اور یہ زمین کے مرکز کے ہم لیول ہے اور جس کے اضلاع ق شَ
(سْ)، شَ سَ (قْ)، ق سَ (شْ) زاویئی پیمانوں میں دیے ہوئے
ہیں۔ پہلی بات جو کی جاتی ہے وہ یہ ہے کہ مجسم مثلث کا انکشاف یعنی
اس کو اُفقی سطح پر پھیلا دینا ہے۔ نر کو مرکز مان کر اور نر ق یا نر شَ
دونوں میں سے کسی ایک کو نصف قطر لے کر ایک قوس س۱ ق شَ س۲
کھینچو اور زاویے س۱ نر ق، ق نر شَ اور س۲ نر شَ جو دیے
ہوئے ہیں لگا لو۔ قطاع دائرہ نر س۱ ق شَ س۲ اب مجسم مثلث
نر ق شَ سَ کے پھیلاؤ کو ظاہر کرتا ہے۔ س۱ اور س۲ جیسا کہ
اوپر بیان کیا گیا ہے، ایسے نقاط ہیں جو سَ کے محل کو اُفقی سطح میں
گھما کر لٹا دینے سے حاصل ہوتے ہیں اور دکھائی دیتے ہیں۔

(۶۲) فرض کرو س۱ اور س۲ کو پھر ق نر اور نر شَ کے قبضوں کے
خطوط علی الترتیب مان کر گھمایا اب ہم کو خیال کرنا چاہیے کہ کیا بات پیدا
ہوتی ہے۔ نقاط س۱ اور س۲ کے سطحی نقشے س۱ ا سَ کے اور
س۲ ب سَ کے راستوں پر ترتیب وار ہونگے اور یہ اپنے قبضوں
کے خطوط پر قائمہ میں ہونگے یعنی س۱ ا سَ خط ق نر پر قائمہ
میں ہوگا اور س۲ ب سَ خط شَ نر پر قائمہ میں ہوگا۔ اور اس
شکل کو دوبارہ بنانے کے لیے جب کہ مندرجۂ بالا پھیلاؤ کا طریقہ اختیار
کیا جائے یہ ہوگا کہ س۱ سَ اور س۲ سَ کو ق نر اور شَ نر
کے علی الترتیب قائمہ میں کھینچا جائے اور نقطۂ تقاطع سَ جو س کا ارتفاعی
نقطہ (elevation) سطحی نقشے میں ہے یا س۱ اور س۲ کا ارتفاعی نقشہ ہو جائیگا
جب کہ وہ بالکل ٹھیک س کے اوپر ہوں۔ اس کو زیادہ اچھی طرح
سمجھنے کے لیے ق س۱ اور س۲ نر کے اوپر کاغذ کو کاٹ لو اور

[۱] اُفق کا مخفف

ق ن کے اوپر اس کو موڑ دو اور اسی طرح ش س کے ساتھ اور س۲ ن کے کاغذ کو کاٹ لو اور ش ن کے خط پر موڑ دو اور ان دونوں کو طے کر کے جوڑ دو تاکہ س۱ اور س۲ منطبق ہو جائیں۔ اور چونکہ ن س۱ اور ن س۲ ایک ہی دائرہ کے نصف قطر ہیں اس لیے ن س۱ ن س۲ پر منطبق ہو جائیگا اور ن سَ ہو جائیگا یعنی دو سطحوں کا خطِ تقاطع ہو جائیگا۔

اس کے بعد کاغذ کے نمونہ کو ایک مجسم خیال کر لو اور ایک انتصابی سطح ن سَ سے ن س پر ڈالو۔ جو شکل اب ہم کو حاصل ہوگی جب کہ ہم دائیں طرف سے اس کی سیدھ میں دیکھیں وہ وہ ہوگی جو شکل ۱۰ (۱۰) کے بائیں طرف دکھائی گئی ہے۔ یعنی ہم کو یکطرفہ ارتفاعی نقشہ انتصابی سطح کا حاصل ہو گیا۔ اس شکل کو بنانے کے لیے ایک خط یَ لَا متوازی ن س کے کھینچو اور ن نَ کو لَا یَ کے زاویہ قائمہ میں کھینچو اور نَ کو مرکز بنا کر ایک قوس جس کا نصف قطر ن سَ، ن ق یا ن ش کے مساوی ہو کھینچو۔ یہ قوس کرہ کے ایک حصہ کا یک رخی ارتفاعی نقشہ ہے۔ سَ (یا س) میں سے سَ س بگ متوازی ن نَ کے کھینچو اور جس جگہ یہ قوس کو کاٹے یعنی سًَ پر یہ نقطہ سَ کا ارتفاعی نقشہ ہوگا اور سَ کے ارتفاع س کو ظاہر کریگا۔ نَ سًَ کو ملا دو اور یہ سطح ن سَ ق اور سطح ن سَ ش کے خطِ تقاطع کی ارتفاعی حالت کو تعبیر کریگا۔

ہم نے اب س کے اوپر سَ کا ارتفاع معلوم کر لیا ہے یعنی سًَ کا ارتفاع خط لَا یَ پر۔

ہندسہ مجسمات کے قاعدوں میں سے ایک یہ قاعدہ ہے کہ اگر ایک سطح دو سطح کے خطِ تقاطع کے زاویہ قائمہ میں سے گزاری جائے تو یہ معاون سطح ان دونوں سطحوں کا درمیانی زاویہ اپنے اوپر بنا لیگی۔ قبضہ کا خط ق ن دو سطحوں ق ش ن اور ق سَ ن کا خطِ تقاطع ہے اور قبضہ کا خط ش ن دو سطحوں ق شَ ن اور ش س ن کا

خطِ تقاطع ہے - اگر ہم اپنے کاغذ کے نمونہ کی طرف دیکھیں اور ایک سطح
کو خط س ا سَ کے درمیان سے گزرتا ہوا تصور کریں جو خط ق نر سے
قائمہ میں ہے اور سطح ق نر ش اور سطح ق نر سَ کا خطِ تقاطع ہے -
اور اگر ہم تمام غیر ضروری حصے کو جو اس سطح س ا سَ میں ہو کاٹ دیں
تو ہمارے پاس ایک مثلث رہ جاتا ہے جو سطح ق نر ش اور
ق نر سَ سطح کے درمیان ٹھیک بیٹھ جاتا ہے - اس کا ایک
زاویہ مجسم زاویہ مطلوبہ یعنی ق کو ظاہر کریگا -

ایسا مثلث اس طرح بنایا جا سکتا ہے :-

چونکہ تین اضلاع معلوم ہیں یعنی ا س، ا س اور س سَ
ارتفاع مساوی س سَ کے، اور زاویہ س پر قائمہ ہے اس لیے
کہ سَ ٹھیک س کے اوپر ہے اس لیے اب ایک ایسا مثلث
بناؤ اور یہ ا س س ہوا اور اسی طرح ب س س - زاویہ
س ا س زاویہ ق کے برابر ہوگا جو سطح ق ش نر اور سطح
ق سَ نر کے درمیان ہے اور زاویہ س ب س زاویہ درمیانی
ق ش نر اور ش سَ نر سطوح کے یعنی ش کے مساوی ہوگا -

کاغذ کو خطوط ا س، س س، ب س اور س س کے
ساتھ ساتھ کاٹ لو اور ا س اور ب س کو قبضوں کے خطوط مان کر
مثلثوں کو گردش دو تاکہ وہ اپنے اصلی محل پر آجائیں - اب یہ معلوم
ہو جائیگا کہ س س، س س اور س ایک دوسرے پر منطبق ہو جائینگے
اور وہ سب جیسا کہ اوپر بیان کیا گیا ہے سَ کا ارتفاعی محل سَ ہیں -

اس کے بعد تیسرا زاویہ معلوم کرنے کے لیے یعنی زاویہ سَ
جو درمیان ق سَ نر اور ش سَ نر کی سطحوں کے ہے اور جن
سطحوں کا تقاطع خط نر سَ پر ہے -

اُس قاعدہ کی رُو سے جو اُوپر دیا گیا ہے ہم اِس زاویہ کو نر سَ
میں سے قائمہ میں ایک معاون سطح گزار کر معلوم کر سکتے ہیں - فرض کرو

(۶۳)

یہ سطح خط ن سَ کو سَ پر کاٹتی ہے اور ایسی سطح کا ارتفاع سَ جَ ہوگا جو
ن سً سے قائمہ میں کھینچا ہوا ہے اور ن سَ خطِ تقاطع کی ارتفاعی ترسیم ہے۔
جَ کی ن ا اور ن ب پر تظلیل کرو جو ن ا اور ن ب سے ج اور د پر
بالترتیب ان کو بڑھانے کے بعد ملے ۔ تب ج د اس سطح کے تقاطع کو
کرہ کے مرکز کے لیول پر ظاہر کریگا، علاوہ ازیں ج د ایک قبضہ کا خط
بن جائیگا اور ج اور د زاویہ مطلوبہ کے پیر ہونگے۔ اس کی حقیقی شکل یا
قیمت معلوم کرنے کے لیے یہ ضروری ہے کہ اس کو افقی سطح کے اوپر
گردش دے دی جائے۔ اس لیے جَ کو مرکز مان کر اور نصف قطر جَ سَ
سے ایک دائرہ جو خط لا ی کو سَ۱ یا سَ۲ پر کاٹے بنالو۔ سَ۱ یا سَ۲
کو خطِ تقاطع ن س پر یا ن س کو بڑھا کر تظلیل کرلو اور ج س۵،
د س۵ اور ج س۵ اور ن س۵ کو بھی ملا دو۔ اور ج س۵ د اور ج س۵ د
زاویے دونوں میں سے ہر ایک زاویۂ مجسم س کے برابر ہونگے۔
یہ زاویہ ایک اور طریقہ سے بھی معلوم ہو سکتا ہے اور اس کی
ساخت کا ثبوت یہ ہے ۔ س۱ اور س۲ میں سے دو خطِ مماس
خط ن س۱ اور ن س۲ دونوں میں سے قائمہ بالترتیب کھینچو۔ یہ مماس
ن ق اور ن ش کو بڑھا کر ج اور د سے بالترتیب ملینگے ۔ ج کو
مرکز مان کر اور ج س۱ کے نصف قطر سے (اس لیے کہ ج س۱ خط
ج س کی حقیقی لمبائی ہے) ایک قوس، اور د کو مرکز مان کر اور د س۲
کے نصف قطر سے ایک قوس کھینچو۔ یہ قوس س۱ اور س۲ پر تقاطع کرینگی۔
اب منظری ہیئت (شکل ۲) کو لو۔ یہاں بھی ہم کو ایک مجسم مثلث
ق ش سَ ن ملتا ہے جو سطح ق ش ن پر رکھا ہوا ہے۔ سَ
سے ایک عمود س پر افقی سطح پر ڈالو یعنی سطح ق ش ن پر اس طور
سے کہ س نقطہ سَ کا سطحی نقشہ بن جائے ۔ س سے س ب اور
س ا عمود ن ق اور ن ش پر بالترتیب کھینچو۔
نوٹ - مندرجۂ بالا مسئلہ عملی اور نمونہ میں ا س۲ س اور

ب س س مثلثوں کا مقابلہ کرو اور یہ سَ س ب اور سَ س ا کے متشابہ ہونگے -

بروئے ساخت (ن سَ)$^2$ = (س سَ)$^2$ + (ن س)$^2$

= (ا سَ)$^2$ - (ا س)$^2$ + (ا س)$^2$ + (ا ن)$^2$

= (ا سَ)$^2$ + (ا ن)$^2$

یعنی زاویہ سَ ا ن زاویہ قائمہ ہے اور زاویہ س ا ن بروئے ساخت زاویہ قائمہ ہے اور اس لیے زاویہ سَ ا س وہ زاویہ ہے جو ق شؔ ن اور سَ ق ن کی سطوح کے درمیان ہے اور زاویہ ق ہے -

اسی طرح زاویہ سَ ب س وہ زاویہ ہے جو سطح ق شؔ ن اور سَ شؔ ن کے درمیان ہے اور زاویہ شؔ ہے -

(۶۴)

۵۵ - اسی طرح ان دونوں شکلوں میں ـــــ

$$\frac{\text{جب ق}}{\text{جب ش}} = \frac{\frac{\text{س سَ}}{\text{ا سَ}}}{\frac{\text{س سَ}}{\text{ب سَ}}} = \frac{\text{ب سَ}}{\text{ا سَ}} = \frac{\frac{\text{ب سَ}}{\text{ن سَ}}}{\frac{\text{ا سَ}}{\text{ن سَ}}} = \frac{\text{جب قؔ}}{\text{جب شؔ}}$$

$$\text{اور اسی طرح}\quad \frac{\text{جب ق}}{\text{جب س}} = \frac{\text{جب قؔ}}{\text{جب سؔ}}$$

اور اس لیے جب ق : جب ش : جب س :: جب قؔ : جب شؔ : جب سؔ ....(۱)

اور اس سے ہم یہ قاعدہ اخذ کرتے ہیں کہ ایک کُروی مثلث میں زاویوں کے جیب اضلاع متقابل کے جیبوں کے متناسب ہوتے ہیں -

## ۵۶ - تین اضلاع معلوم ہیں زاویوں کی قیمت دریافت کرو -

س ک کو متوازی ب ن کے اور ا ل کو متوازی ب س کے کھینچو - اور فرض کرو س ک نقطہ ک پر ا ل کو قطع کرتا ہے -

تب اس لیے کہ ا ل متوازی ہے س ب کا اور س ک متوازی ہے

ب ل کے زاویہ س ب ل = زاویہ ال ز = ۹۰ درجہ اور اس لیے
زاویہ ا ز ل + زاویہ ل ا ز = ۹۰ درجہ
لیکن زاویہ س ا ز = ۹۰° بروئے ساخت
∴ زاویہ ل ا ز + سْ = زاویہ ل ا ز + زاویہ س ا ک
اس لیے سْ = زاویہ س ا ک

$$\text{اب جم قْ} = \frac{\text{ز ب}}{\text{ز سَ}} = \frac{\text{ز ل}}{\text{ز سَ}} + \frac{\text{ل ب}}{\text{ز سَ}}$$

$$= \frac{\text{ز ل}}{\text{ز ا}} \times \frac{\text{ز ا}}{\text{ز سَ}} + \frac{\text{س ک}}{\text{ا س}} \times \frac{\text{ا س}}{\text{ا سَ}} \times \frac{\text{ا سَ}}{\text{ز سَ}}$$

= جم سْ جم شْ + جب سْ × جم ق جب شْ

$$\left.\begin{array}{l} \therefore \text{جم ق} = \dfrac{\text{جم قْ - جم شْ × جم سْ}}{\text{جب شْ × جب سْ}} \\ \text{اور اسی طرح جم ش} = \dfrac{\text{جم شْ - جم قْ × جم شْ}}{\text{جب قْ × جب سْ}} \\ \text{اور جم س} = \dfrac{\text{جم سْ - جم قْ × جم شْ}}{\text{جب قْ × جب شْ}} \end{array}\right\} \ldots\ldots (۲)$$

۵۷ - دو اضلاع اور درمیانی زاویہ یا دو زاویے اور درمیانی ضلع دیے ہوئے ہیں باقی تفاعل معلوم کرو۔

اس کے ثابت کرنے کے لیے کہ مم ش × جب ق = مم شْ × جب سْ - جم ق × جب سْ

$$\text{مم ش × جب ق} = \frac{\text{ب س}}{\text{س سَ}} \times \frac{\text{س سَ}}{\text{ا سَ}}$$

$$= \frac{\text{ب س}}{\text{ا سَ}}$$

$$= \frac{\text{ال}}{\text{اس}} - \frac{\text{اک}}{\text{اس}}$$

$$= \frac{\text{ال}}{\text{ان}} \times \frac{\text{ان}}{\text{اس}} - \frac{\text{اک}}{\text{اس}} \times \frac{\text{اس}}{\text{اس}}$$

= جب سْ مم شْ - جم سْ جم قْ

اسی طرح مم ق × جب ش = مم قْ جب سْ - جم شْ جم سْ ... (۳)

اور مم ق جب س = مم قْ جب شْ - جم س جم شْ

وغیرہ

(۵۸) ـــ اگر تین زاویے دیے ہوئے ہوں تو یہ ثابت ہو سکتا ہے کہ (۶۵)

$$\text{جم قْ} = \frac{\text{جم ق + جم ش × جم س}}{\text{جب ش × جب س}}$$

$$\text{جم سْ} = \frac{\text{جم س + جم ش × جم ق}}{\text{جب ش × جب ق}} \quad \ldots\ldots (۴)$$

$$\text{جم شْ} = \frac{\text{جم ش + جم ق × جم ش}}{\text{جب ق × جب س}}$$

۵۹ ـــ مندرجۂ بالا ضوابط سوائے ۲ کے لوکارتھمی عمل کے لیے موزوں نہیں ہیں لیکن تبدیل کرنے سے اس عمل کے لیے موزوں کیے جا سکتے ہیں -

$$\text{ضابطہ (۲) میں جم ق} = \frac{\text{جم قْ - جم شْ × جم سْ}}{\text{جب شْ × جب سْ}}$$

$$\therefore \ ۱ - \text{جم ق} = ۱ - \frac{\text{جم قْ - جم شْ × جم سْ}}{\text{جب شْ × جب سْ}}$$

$$= \frac{\text{جب شْ جب سْ + جم شْ جم سْ - جم قْ}}{\text{جب شْ × جب سْ}}$$

$$= \frac{\text{جم}(\text{ش} - \text{س}) - \text{جم ق}}{\text{جب ش} \times \text{جب س}}$$

$$= \frac{\text{۲ جب}\left(\frac{\text{ش} - \text{س} + \text{ق}}{\text{۲}}\right)\text{جب}\left(\frac{\text{ق} - \text{ش} + \text{س}}{\text{۲}}\right)}{\text{جب ش} \times \text{جب س}}$$

اب $\text{ص} = \frac{\text{ش} + \text{ق} + \text{س}}{\text{۲}}$ اور $\text{۱} - \text{جم ق} = \text{۲ جب}^{\text{۲}} \frac{\text{ق}}{\text{۲}}$ رکھو

$$\text{تب ۲ جب}^{\text{۲}} \frac{\text{ق}}{\text{۲}} = \frac{\text{۲ جب}(\text{ص} - \text{س}) \times \text{جب}(\text{ص} - \text{ش})}{\text{جب ش} \times \text{جب س}}$$

$$\text{یا جب}^{\text{۲}} \frac{\text{ق}}{\text{۲}} = \frac{\text{جب}(\text{ص} - \text{س}) \times \text{جب}(\text{ص} - \text{ش})}{\text{جب ش جب س}}$$

$$\text{اور اسی طرح جم}^{\text{۲}} \frac{\text{ق}}{\text{۲}} = \frac{\text{جب ص} \times \text{جب}(\text{ص} - \text{ق})}{\text{جب ش} \times \text{جب س}}$$

$$\therefore \text{مس}^{\text{۲}} \frac{\text{ق}}{\text{۲}} = \frac{\text{جب}(\text{ص} - \text{س}) \times \text{جب}(\text{ص} - \text{ش})}{\text{جب ص} \times \text{جب}(\text{ص} - \text{ق})} \quad \ldots (\text{۵})$$

$$\text{اور اسی طرح مس}^{\text{۲}} \frac{\text{س}}{\text{۲}} = \frac{\text{جب}(\text{ص} - \text{ق}) \times \text{جب}(\text{ص} - \text{ش})}{\text{جب ص} \times \text{جب}(\text{ص} - \text{س})} \quad \ldots (\text{۶})$$

(۶۰) زاویہ ق قطب پر چونکہ زاویۂ ساعت ایک فلکی جرم کا ہے اس لیے ضابطہ (۵) وقت کے حسابی عمل کے لیے کام میں آتا ہے، اور چونکہ زاویہ ش سمت الراس پر السمت کا زاویہ کسی جرمِ فلکی کا ہے اس لیے ضابطہ (۶) السمت کے عمل کے لیے کام میں آتا ہے۔

چار عام مساواتیں جو ضابطہ (۱) سے (۴) تک قائم کی گئی ہیں مثلثات زاویۂ قائمہ کے حل کے لیے کافی ہیں اور ان کا عملی کام یہ ہے کہ جب کسی گرد قطبی ستارے کی طرف کو جب کہ وہ پورا اپنے

ابتعاد پر ہو کوئی مشاہدہ کیا گیا ہو یا جب ستارہ پر کا زاویہ یعنی زاویہ ش
جس کو اختلاف منظری زاویہ کہتے ہیں ۹۰ درجہ ہو۔
ضابطہ (۱) میں فرض کرو ش = ۹۰ درجہ اس لیے جب ش = ۱

تب جب ق = جب قَ / جب شَ یعنی جب قَ = جب شَ جب قَ .....(۷)

اور جب س = جب سَ / جب شَ یا جب سَ = جب شَ × جب س ...(۸)

ضابطہ ۲ میں فرض کرو ش = ۹۰ اور اس لیے جم ش = ۰
∴ جم شَ = جم قَ × جم سَ ............(۹) (۶۶)

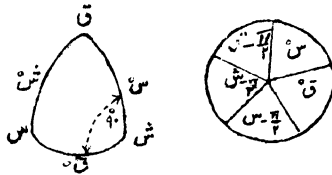
ضابطہ تین میں ان ہی وجوہ سے:—
جم ق = مم قَ × جب سَ ............(۱۰)
مس قَ = مس ق × جب سَ ............(۱۱)
مس سَ = مس س × جب قَ ............(۱۲)
مس سَ = جم ق × مس شَ ............(۱۳)
مس قَ = جم س × مس شَ ............(۱۴)

ضابطہ (۴) میں ان ہی وجوہ سے۔
جم قَ جب س = جم ق ............(۱۵)
جم سَ جب ق = جم س ............(۱۶)

۶۱۔ ضوابط (۷) تا (۱۶) کی نمبر شماری اُن دائری حصص کے ذریعے سے جو نیپیر کے قواعد (Napier's rules) سے ہوتی ہے بہترین صورت میں اس طرح کی جاتی ہے:—
اگر زاویہ قائمہ کو نظر انداز کر دیا جائے تو پھر ۵ حصے باقی رہ جاتے ہیں اور یہ دو ضلعے زاویہ قائمہ بناتے ہیں۔ زاویہ قائمہ کے مقابل کے ضلع کا متمم اور دو زاویوں کے متمم۔
یہ پانچوں دائری حصص اُسی ترتیب سے تحریر میں آتے ہیں

جس ترتیب سے کہ وہ ایک مثلث میں واقع ہیں - یعنی $\frac{\pi}{2}$ - ق، $\frac{\pi}{2}$ - شؔ، $\frac{\pi}{2}$ - س، اور قؔ اس لیے کہ ش زاویہ قائمہ ہے - ان میں سے کوئی سے تین حصے لے لیے جاتے ہیں اور ان میں سے ایک کو اس طرح منتخب کر لیا جاتا ہے کہ دوسرے دو یا تو متصل ہوں یا مقابل ہوں -

جو نقشے دیے گئے ہیں اُن سے ظاہر ہے کہ یہ حصص کس طرح لکھے جاتے ہیں (شکل ۱۳ ب) -

شکل ۱۳ ب

منتخب شدہ حصہ کو وسطی حصہ کہتے ہیں اور نیپیئر کے قواعد حسبِ ذیل ہیں :-

(۱) جیب، وسطی حصہ کا مساوی ہے متصل حصوں کے مماسوں کے حاصلِ ضرب کے -

(۲) جیب، وسطی حصہ کا مساوی ہے مقابل حصوں کے جموں کے حاصلِ ضرب کے -

مثال قاعدہ اول کی رُو سے -

جب قؔ = مس ($\frac{\pi}{2}$ - س) × مس سؔ = مم س × مس سؔ [مقابلہ کرو (۱۲) مندرجۂ بالا کو]-

حسب قاعدہ ۲ -

جب ق۰ = جم ($\frac{\pi}{2}$ - ق) . جم ($\frac{\pi}{2}$ - ش۰) = جب ق جب ش۰

[مقابلہ کرو (۷) مندرجہ بالا کو] وغیرہ، وغیرہ۔

(۶۷)

# علم ہیئت تعریفیں

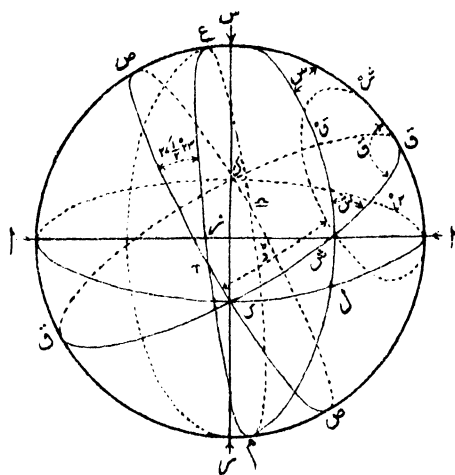
۶۲ - کروی مثلث ق س ش کا ابھی حوالہ دیا جاچکا ہے اور علم ہیئت میں، سرو پر کی مطلب برآری کے لیے، اس کی ایک خاص وقعت ہے - اور یہی وہ مثلث ہے جو فلکی کرہ میں ش شخص، ق قطب اور س سمت الراس سے بنتا ہے -

ش چونکہ ایک متحرک شخص ہے (سورج، چاند، سیارہ، یا ستارہ) اس لیے زیر بحث مثلث کی حالت ہر آن بدلتی رہتی ہے - ہیئت دان شخص کو متحرک بتایا کرتے ہیں حالانکہ یہ زمین ہے جو چکر کھارہی ہے اور گردش میں ہے اور یہی وجہ ہے کہ "ظاہری" کی اصطلاح زمین کو ساکن مانا ہوا ظاہر کرنے کے لیے اور سماوی اشخاص کو متحرک ظاہر کرنے کے لیے استعمال کی جاتی ہے - علم ہیئت کی بنیاد اس ہی پر ہے -

تعریفیں تمام کتابوں میں اور تصانیف میں جو علم ہیئت پر لکھی جا چکی ہیں دی ہوئی ہیں اور جہاں ضرورت پڑے وہاں ان کی طرف رجوع کرنا چاہیے لیکن نہایت ضروری تعریفوں میں سے چند اس جگہ پر بیان کر دی جاتی ہیں تاکہ پڑھنے والے کو قوسوں اور زاویوں سے جن سے واسطہ پڑیگا بخوبی واقفیت ہو جائے -

ایسی تعریفوں کے سمجھنے کے لیے بہترین طریقہ یہ ہے کہ وہ ایک کھلی ہوئی جگہ پر صاف اور بغیر ابر آلودہ شب میں کھڑا ہو جائے اور یہ خیال کرے کہ سماوی نصف کرہ ایک وسیع گنبد ہے جس پر مختلف اجرام فلکی جڑ دیے گئے ہیں -

فرض کرو کہ وہ شمالی نصف کرہ میں ہے پہلا ستارا جس کی

تختی ۹

اس کو شناخت کرنی چاہیے وہ قطب تارا ہے یعنی دُبّ اصغر (دیکھو فقرہ ۶۷ السمت پر) - یہ ستارہ قطب شمالی کے بہت قریب ہے اور رفتہ رفتہ اُس کے قریب آتا جاتا ہے - یہ تقریباً ۱° دور ہوتا ہے یعنی اس کا شمالی قطبی فاصلہ (ش، ق، ف) ۱° ہے -

اظہارِ ثبوت کے لیے مشاہد کو قطب تارے کو زمین کے محور کے قطبین میں ایک قطب خیال کر لینا چاہیے (ق ق تختی ۹)، یعنی دو نقاط ہیں جو کرۂ فلکی میں محورِ زمین کو سیدھ میں بڑھانے سے واقع ہوں -

نقطۂ سمت الراس وہ نقطہ ہے جو مشاہد کے عین سر پر واقع ہے اور اس کے مقابل میں سمت القدم ( Nadir ) ہوتا ہے (اُن کو نقشہ میں س اور س سے ظاہر کیا ہے) - ہمارے پاس اب قطبین، نقطہ سمت الراس اور سمت القدم ہیں -

سماوی استوا دائرۂ کبیر کی وہ سطح جو قطبین یعنی محورِ زمین سے قائمہ میں ہے اور زمین کے مرکز میں سے گزرتا ہے اور ص ص سے ظاہر کیا گیا ہے اور اسی وجہ سے زمین کے استواء سے منطبق ہو جاتا ہے - سمت الراس اور سمت القدم س اور س کی سطح کے قائمہ کی سطح سماوی افق ح ح ہوتی ہے جو مرکزِ زمین ن میں سے گذرتی ہے لیکن اس وجہ سے کہ زمین کو علم ہیئت میں بیشتر صورتوں میں ایک نقطہ خیال کر لیا جاتا ہے سماوی سطحِ افق کو افق کہتے ہیں -

کبیر دائرے جو قطبین ق ق میں سے بنائے جاتے ہیں وہ سماوی سطحِ استواء ص ص کو قائمہ میں کاٹتے ہیں اور وہ میلی دائرے کہلاتے ہیں - یعنی ق ش ق -

کبیر دائرے جو سمت الراس اور سمت القدم س اور س میں سے گزرتے ہیں وہ سماوی افق کو قائمہ میں کاٹینگے اور ان کو انتصابی دائرے کہتے ہیں یعنی س ش س -

دائرۂ کبیر جو س ق ر میں سے گزرتا ہے وہی صرف ایک ایسا دائرہ ہو سکتا ہے کہ جس میں ایک انتصابی دائرہ اور ایک مَیلی دائرہ منطبق ہو جاتے ہیں: اور اس کو نصف النہار د ا ق س ص ا کہتے ہیں۔ مشاہد کا نصف النہار اس لیے ایک دائرۂ کبیر ہوتا ہے جو سمت الراس اور قطبین میں سے گزرتا ہے اور یہ دائرہ، افق کو شمالی اور جنوبی نقاط میں کاٹتا ہے اور ایک کبیر دائرہ جو مشاہد کے سمت الراس میں سے گزرتا ہے اور اس کے نصف النہار کے قائمہ میں ہو اول السموت س ک ر کہلاتا ہے۔ یہ اول السموت افق کو مشاہد کے مشرق اور مغرب کے نقاط ک اور کَ میں کاٹتا ہے۔ (۶۹)

ہم اب ایک شخص ش کی حرکت پر جو وہ اپنے مدار پر ق کے گرد کرتا ہے (جیسا کہ نقطہ دار خطوط سے ظاہر ہے) غور کرتے ہیں۔ مَیلی دائرہ شخص میں سے ق ش ق ہے اور ستارہ کا سماوی مَیل ش ک ہے اس خاص حالت میں شمالی مَیل ہے، اس طور سے ہم سماوی مَیل کی تعریف میں یہ کہہ سکتے ہیں کہ یہ ایک ایسے میلی دائرہ کی قوس کا حصہ ہے جو شخص میں گزرتا ہے اور جو شخص اور سماوی استوا کے درمیان واقع ہے، اس کو عام طور سے (δ) ڈ کہتے ہیں۔ اگر شخص سماوی استوا کے شمال میں ہے تو اس کو یہ کہا جاتا ہے کہ یہ شمالی مَیل رکھتا ہے، اور اگر جنوبی تو ج مَیل {(Declination (S)} اس مَیل کا متمم شمالی قطبی فاصلہ ہوتا ہے اور عام طور سے اس کو ش ق ف لکھا جاتا ہے۔ یعنی $90° - \delta$ = ق ش یعنی ش ق = سؔ اس صورت میں کہ مَیل شمال میں ہے اور یہ $90 + \delta$ ہوگا اگر ستارہ کا مَیل جنوبی ہے۔

سورج، چاند، سیاروں اور ستاروں کی ایک خاص تعداد کے مَیل بحری جنتری ب ج (N.A.) میں دیے ہوئے ہوتے ہیں اور وہاں سے حاصل کیے جاتے ہیں۔

ایک شخص کا ساعتی زاویہ وہ زاویہ ہے جو مقامی نصف النہار کی سطح اور شخص کے میلی دائرہ کے درمیان ہوتا ہے۔ اور سماوی استوا کی قوس کا وہ حصہ ہے جو نصف النہار اور میل کے دائرہ کے درمیان واقع ہوتا ہے۔ شکل ۱۸ میں زاویہ س ق ش ہے یعنی زاویہ ق۔

اس کی ناپ گھنٹوں، دقیقوں اور ثانیوں میں یا درجوں، دقیقوں اور ثانیوں میں دی ہوئی ہوتی ہے اور زاویۂ ساعت کے نصف النہار سے مغ یا مش ہونے کے لحاظ سے اس کی سمت مغ یا مش ہوتی ہے۔

اب یہ ظاہر ہوگا کہ چونکہ شخص متحرک ہے اس لیے اگر یہ مشرق میں ہے تو طلوع ہو رہا ہے اور زاویۂ ساعت کم ہو رہا ہے، اور جب یہ مغرب میں ہے تو یہ غروب ہو رہا ہے اور زاویۂ ساعت بڑھ رہا ہے۔ جب شخص نصف النہار پر پہنچتا ہے (مروری حالت میں ہوتا ہے) تو اس کا زاویہ صفر ہو جاتا ہے یعنی یہ زائل ہو جاتا ہے۔ علاوہ بریں اگر زاویۂ ساعت کی قیمت کسی خاص لمحہ پر کی دی ہوئی ہے اور ساتھ ہی میل بھی دیا ہوا ہو تو شخص کا محل معلوم ہو جاتا ہے اور یہ سماوی محددوں کا ایک نظام ہے یعنی ساعتی زاویہ اور میل کا ایک نظام۔

کسی ستارہ کا میل بہت آہستگی سے تبدیل ہوتا ہے اور مشکل سے محسوس ہوتا ہے سوائے ہر پانچویں دن کے یا اس کے قریب۔ لیکن سورج چاند اور سیاروں کے میل میں تبدیلی تھوڑے تھوڑے وقفوں کے بعد معلوم ہوتی رہتی ہے۔ بحری جنتری دیکھنے سے اس کا مفصل حال معلوم ہو جائیگا۔

اب پھر شخص کو مشرق میں رکھ کر دیکھیں تو یہ بحالتِ طلوع ہوگا (۷۰)

اور اس لیے اُس کا ارتفاع یعنی اُفق سے فاصلہ زیادتی پر ہو رہا ہے یعنی اس کا سمت الراس سے فاصلہ گھٹ رہا ہے حتّیٰ کہ یہ نصف النہار پر سے گذر جاتا ہے اور پھر اس کا ارتفاع گھٹتا جاتا ہے اور اس کا راسی فاصلہ بڑھتا جاتا ہے جتنا کہ یہ مغرب میں غروب ہوتا جاتا ہے۔ ارتفاع کی تعریف یہ کی جا سکتی ہے کہ ارتفاع ایک حصہ انتصابی دائرہ کی قوس کا ہے جو شخص اور سماوی اُفق کے درمیان واقع ہے، اس کو ش ل سے ظاہر کیا گیا ہے۔ اور اس کا متمم س ش ہے یعنی راسی فاصلہ = ۹۰° - ش ل۔

اُسی بنا پر یہ بات بھی ہے کہ جس طرح زاویۂ ساعت ق پر گھٹتا ہے زاویہ ش س ق یعنی زاویہ س بھی گھٹتا ہے یہاں تک کہ شخص نصف النہار پر پہنچ جاتا ہے اور اِس کے بعد بڑھنا شروع ہوتا ہے جوں جوں شخص غروب ہوتا جاتا ہے۔ یہ زاویہ جو کسی جگہ کے نصف النہار کے مستوی اور انتصابی دائرہ کے مستوی کے درمیان واقع ہو، ازیئ السمت یعنی س کہلاتا ہے اور اس زاویہ کو بھی اسی طرح ناپا جاتا ہے جیسے کہ ا ا اُفق کے حصے کو، جو اُس انتصابی دائرے کے جو شخص میں سے گذرتا ہے اور مقامی نصف النہار کے درمیان واقع ہے۔ جو ل ا سے نقشہ پر ظاہر کیا گیا ہے یہ درجوں، دقیقوں اور ثانیوں میں ناپا جاتا ہے۔

اگر السمتی زاویہ اور شخص کے ارتفاع معلوم ہیں تو پھر شخص کا محل اُس خاص آن کے لیے معلوم ہو جاتا ہے اور یہ سماوی محدّدوں کا ایک دوسرا انتظام ہے۔

جب شخص نصف النہار پر پہنچتا ہے تو یہ کہا جاتا ہے کہ اب کمال اَوج پر ہے اور چونکہ یہ ایک روز کوکبی میں دو دفعہ عروج پر ہوتا ہے، ایک دفعہ ہمارے سروں کے اوپر جس کو بالائی اوج کہا جاتا ہے (بیشتر مروری اَوج) اور اُس وقت سابقہ وجوہ کی بنا پر اس کا

زاویۂ ساعت اور زاویۂ السمت صفر ہو جاتے ہیں، اور دوسری دفعہ زیرین اوج پر یعنی جب یہ اُس نصف النہار پر پہنچتا ہے جو ہمارے پیروں کے نیچے ہے اُس وقت السمتی زاویہ صفر ہوتا ہے اور اُس کا زاویۂ ساعت ۱۸۰° ہوتا ہے یا ۱۲ بجے روزِ کوکبی کے حساب سے۔

ایک جرمِ کوکبی کی سعت وہ زاویہ ہے جو افق پر اُس انتصابی دائرہ کے جو شخص میں سے گزرتا ہے اور مش اور مغ نقاط کے درمیان ناپا جائے۔

کسی جگہ کا عرض بلد (لہ) اس جگہ پر کے عمود یعنی شاقول کا سطحِ استوا سے میلان ہے اور یہ نصف النہار پر ناپا جاتا ہے اور شکل میں س ص ہے یعنی وہ زاویہ جو سطح ص ک ض اور سطح س ک ہا کے درمیان موجود ہے۔

اب ص ق = ۹۰° اور نیز س ا = ۹۰° ہے ∴ س ص = ق ا، یعنی بلند قطب کا ارتفاع اُس مقام کا عرض بلد ہے۔ اور س ق اس کا متمم اس مقام کا عرض التمام ہے یعنی ش کروی مثلث س ق ش پر

لہٰذا جب کہ عرض بلد (لہ) کسی جگہ کا معلوم ہے اور جو کسی نقشہ پر سے دریافت کیا جا سکتا ہے اور جس کے معلوم کرنے میں السمت اور وقت کے حل کرنے کے نتائج میں ۵ً سے ۱ً تک کی صحت کے فرق کا خیال کرنے کی ضرورت نہیں۔ اور چونکہ میل بشکلِ حرف (ۃ) اور اس لیے ش ق ف بحری جنتری ب ج میں معلوم کیا جا سکتا ہے، اور ہم اگر ش ل کو مشاہدہ کر لیں تو ہم کو کروی مثلث کے تینوں ضلعے معلوم ہو جاتے ہیں اس لیے کہ س ق یا ش عرض التمام ہے اور س ش یا ق متمم ارتفاع اور ق ش یعنی ش، ش ق ف ہے اور اسی طرح ضابطوں کی رُو سے

$$\text{مس}\ \frac{\text{ق}}{2} = \frac{\text{جب}\,(\text{ص} - \text{س}) \times \text{جب}\,(\text{ص} - \text{ش})}{\text{جب}\ \text{ص} \times \text{جب}\,(\text{ص} - \text{ق})} \quad \ldots\ldots (5) \quad (41)$$

اور $$\text{مس}^2 \frac{\text{س}}{2} = \frac{\text{جب}(\text{صْ}-\text{قْ}) \times \text{جب}(\text{صْ}-\text{شْ})}{\text{جب صْ} \times \text{جب}(\text{صْ}-\text{سْ})} \quad \ldots\ldots (6)$$

یعنی زاویۂ ساعت ق اور زاویہ السمت س حل کیے جا سکتے ہیں۔

اگر ایک شخص ش کا ش ق ف یعنی سْ کم قِ ا سے ہے تو پھر بظاہر معلوم ہو جائیگا کہ یہ ہمیشہ اا افق سے اُوپر گروش کریگا اور شخص (ہمیشہ ستارہ) اُس وقت گرد قطبی کہلاتا ہے۔ ایک گرد قطبی ستارہ کی تعریف یہ کی جاتی ہے کہ یہ ایک ایسا ستارہ ہے جس کا ش ق ف اُس جگہ کے عرض بلد سے کم ہے یعنی اُس کا شمالی میل اُس مقام کے عرض التمام سے زیادہ ہے۔ ستاروں کی ظاہری حرکت سے اس بات کو دیکھنا چاہیے کہ وہ ستارے جو اول السموت س ک ہ پر واقع ہیں ان کی رفتار بہ مقابلہ اُس شخص کے جو اول السموت سے ہٹے ہوئے ہیں بہت تیزی سے ہوگی وجہ یہ ہے کہ اس کو ایک بہت بڑی قوس بہ مقابلہ اوروں کے وقتِ معینہ میں طے کرنی پڑتی ہے اور اس لیے وقت کے صحیح نتائج حاصل کرنے کے لیے ایک ایسے شخص کو انتخاب کر لینا چاہیے جو اس اول السموت کے قریب ہو یا اُس پر واقع ہو۔

طریق الشمس ایک کبیر دائرہ ہے جس پر سورج کا سالانہ دَور ستاروں میں رہتا ہے، یا ستاروں میں سورج کی ظاہرہ حرکت کو ظاہر کرتا ہے اور سماوی استوا کو ع م کی شکل میں ترچھا کاٹتا ہے۔ زاویہ جو ستوی ع م سماوی استوا ص ص سے بناتا ہے وہ ۲۳° ½ ۲۷' ہے، اور اس زاویہ کا نام میلان طریق الشمس ہے، اس کے دونوں نقاطِ تقاطع اعتدالین کہلاتے ہیں۔

جب سورج یا سورج کی ظاہری حرکت ستاروں میں جنوب سے شمال کی طرف سماوی استوا پر ہوتی ہے تو نقطۂ تقاطع کو بہار یا ربیعی اعتدال یا برجِ حمل ( ♈ ) کا نقطۂ اول کہتے ہیں۔ اور جب سورج شمال سے جنوب کی طرف جاتا ہے تو طریق الشمس کا اور سطح استوا کا نقطۂ تقاطع

اعتدالِ خریفی کہلاتا ہے یا بُرج میزان کا نقطۂ اول۔ اس سے پڑھنے والے کی سمجھ میں آجائیگا کہ ان دو اعتدالین پر سورج کا میل صفر ہوگا۔

جو میلی دائرہ اعتدالی نقطوں میں سے گزرتا ہے اُس کو اعتدالی دائرہ کے نام سے تعبیر کیا جاتا ہے۔

منطقۃ البروج:- ایک منطقہ ہے جو طریق الشمس کے دونوں طرف ۸° میں پھیلا ہوا ہے اور یہ ۱۲ مساوی حصوں میں تقسیم شدہ ہے ہر ایک ۳۰° ہے اور ان کو علامات منطقۃ البروج کہا جاتا ہے۔ ان علامات کے نام حسب ذیل ہیں:-

(بُرج حمل (مینڈھا)، بُرج ثور (بیل)، بُرج جوزا (آسمانی جُڑواں بچے)، (۴۲) بُرج سرطان (کیکڑا)، بُرج اسد (شیر ببر)، بُرج سُنبلہ (کنواری)، برج میزان (ترازو)، برج عقرب (بچھو)، بُرج قوس (تیر انداز)، بُرج جدی (بکرا)، بُرج دَلو (سقّا)، برج حوت (ماہی)۔ ان میں سے دو بُرجوں میں اعتدالین واقع ہوتا ہے یعنی بُرج حمل اور برج میزان میں۔

بُرج حمل کا نقطۂ اوّل ماہ مارچ کی ۲۲ تاریخ کو یا اُس کے قریب واقع ہوتا ہے اور خریفی اعتدال ہر سال کی ۲۳ ویں ستمبر کو یا اُس کے قریب وقوع میں آتا ہے، اور ان دونوں تاریخوں کے درمیان سورج یا تو اپنے انتہائی میل ۲۳° $\frac{1}{2}$ ۲۷' (شمال) پر پہنچ چکا ہوگا اور جس کو انقلابِ صیفی کہتے ہیں یا اپنے انتہائی جنوبی میلان پر ۲۳° $\frac{1}{2}$ ۲۷' (جنوب) پر پہنچ چکا ہوگا جس کو انقلابِ شتائی کہتے ہیں۔ یہ اصطلاح سولسٹس (solstice) انگریزی زبان میں سول (sol) (سورج) اور سٹو (sto) ٹھہراؤ یا قیام سے لی گئی ہے، اس معنی کر کے کہ سورج کہاں ٹھہرتا ہوا یا قائم شمالاً یا جنوباً اپنے طریق پر نظر آتا ہے۔

انقلاب صیفی کی اصطلاح جیسا کہ ہم اس کو سمجھتے ہیں صرف شمالی نصف کرہ پر اس کا اطلاق ہوتا ہے اور جو در اصل جنوبی نصف کرہ کا

انقلاب شتائی ہے، اور اسی طرح بہار یعنی ربیع کا اعتدال ایسا اعتدال ہوگا جو خزاں میں واقع ہوتا ہے مثلاً آسٹریلیا یا نیوزیلینڈ میں۔

اب شمسی وقت اور کوکبی وقت بُرج حمل کے نقطۂ اوّل پر قائم کیے گئے ہیں اور یہ بے سود نہ ہوگا اگر ہم اس کی تشریح کر دیں کہ کس طرح اِس خیالی نقطہ کو یہ نام دیا گیا۔

نقطہ اوّل بُرج حمل کے ستاروں کے منڈل میں ایک ستارہ تھا جس کو تقریباً ۳۰۰۰ برس گذر چکے ہیں یعنی ربیعی اعتدال اُس وقت حمل کے کسی ستارہ پر یا اُس کے بہت قریب وقوع میں آیا اور یہ وہ زمانہ تھا جب علم ہیئت اپنی بہت ابتدائی حالت میں تھا یا بہ حیثیت ایک علم کے ظاہر ہوا تھا۔ اُس وقت کے بعد سے یہ اپنے مقام سے ہٹ گیا ہے اور اس کا خیالی نقطہ اب انڈرومیڈا (مرأۃ المسلسلہ) میں ہے اور رفتہ رفتہ ہرقل کی طرف جارہا ہے۔ یہ حرکت زمین کے ایک چپٹے کرہ نما ہونے کی وجہ سے اور نیز اس وجہ سے کہ سورج اور چاند کی غیر مساوی کشش زمین کی جانب ہے، اور ان میں سے ہر ایک زمین کو اپنے مدار کی طرف کھینچنے کی کوشش کرتا ہے، نتیجہ اس کا ایک پیچھے ہٹنے کی حرکت یعنی طریق الشمس اور سماوی استوا کے تقاطع کے نقطہ کی رجعی حرکت سماوی استوا پر ہے، یعنی برج حمل کا نقطۂ اول خطِ استوا پر مراجعت کرتا ہے اور یہ مراجعت سالانہ تقریباً ۵۰ء۲ ثانیے اور اس کو اعتدالین کا استقبال کہتے ہیں۔ یہ " اعتدالین کا استقبال " ایک یونانی ہیئت دان ابرخس[1] نے دریافت کیا تھا اور بر روئے حساب ۲۵۸۶۸ سال میں منطقہ کا پورا چکر کرلیگا یعنی سورج کی ظاہری حرکت ستاروں کے درمیان پوری ہو جائیگی۔

وہ طاقتیں جو استقبال پیدا کرتی ہیں یکساں اپنا عمل نہیں کرتیں پس اس لیے ایک خفیف سی ڈگمگاہٹ محور میں پائی جاتی ہے، اور محور اور قطب کی سمت مستقل نہیں پائی جاتی۔ شمال میں مجموعی فرق

[1] Hipparchus

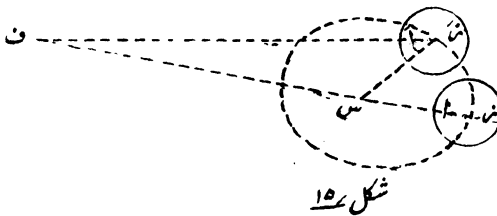
اندازاً ایک ۵۰ فٹ کے مربع میں محدود رہتا ہے۔ اس کو کبو کہا جاتا ہے۔ انگریزی زبان میں نیوٹیشن (nutation) کہتے ہیں، (nutare) (سرہلانا) سے۔

ضلالت وہ خطا ہے جو کسی جرم کوکبی کے ظاہری محل میں جرم سے نور کی شعاع کے گردشِ زمین سے مخالف سمت میں ہونے سے پیدا ہوتی ہے۔

(۴۳) اب یہ ضروری ہے کہ پڑھنے والے کو تین قسم کے وقت معلوم ہونے چاہییں: وہ یہ ہیں ستارے کا وقت یا کوکبی وقت، شمسی یا ظاہری وقت یا وہ وقت جو حقیقی شمس بتاتا ہے اور جو دھوپ گھڑی کا وقت ہے، اور اوسط وقت یعنی وہ وقت جو گھنٹے اور گھڑیاں جب کہ وہ ٹھیک باقاعدہ حالت میں ہوں ظاہر کرتی ہوں، اور یہ تمام وقت اپنا صفر یعنی ابتدا برجِ حمل کے نقطۂ اول پر رکھتے ہیں اس کی وجہ یہ ہے کہ صعودِ مستقیم (ص، م) اسی واحد نقطہ سے مشرق کی جانب شمار کیے جاتے ہیں۔ کسی شخص کا مستقیم صعود وہ زاویہ ہے جو میلی دائرہ کی سطح کے جو ربیعی اعتدال میں سے گذرے اور اس میلی دائرہ کے جو شخص میں گذرے درمیان واقع ہو یا دوسرے الفاظ میں کوکبی استوا کی وہ قوس ہے جو شخص کے میلی دائرہ کا اور برجِ حمل کے نقطۂ اول کا مابینی حصہ ہے۔ زاویہ ۲ ق ک یا قوس ۲ ک ش کا ص، م ظاہر کرتی ہے صعودِ مستقیم مغرب سے مشرق کی سمت میں صفر سے ۳۶۰° تک شمار کیے جاتے ہیں یا صفر گھنٹے سے ۲۴ گھنٹے تک۔ مثال کے لیے دیکھو اگر ۲ ک شکل میں ۱۵° ہے تو اس کا ص م ایک گھنٹہ ہوگا لیکن اگر ک ۱۵° ۲ کی دوسری سمت میں ہوتا جیسے کَ تو اس وقت اس کا ص۔م ۳۴۵° یا ۲۳ گھنٹے (برجِ حمل کے نقطۂ اول کے پیچھے) ہوتا صعودِ مستقیم ارضی طول بلد کی مانند ہے سوائے اس کے کہ ارضی طول بلد ۱۸۰° گرینچ کے مشرق اور مغرب میں شمار کیا جاتا ہے۔ ک کو اگر ہندسوں میں ظاہر کیا جائے تو

وہ ا مغربی طول بلد میں ہوگا اور ک ا مشرقی طول بلد میں۔

(۶۳) یہ پہلے بیان کیا جا چکا ہے کہ کس طرح نقطہ اول حمل کا ہمارے وقت کو درست رکھتا ہے اور ہم اب آگے چل کر بتاتے ہیں کہ ان مختلف وقتوں میں کیا فرق ہے اور ان میں کس طرح امتیاز کیا جائے۔

ایک ستارہ ایک نصف النہار کو بالکل صحیح وقت کے وقفوں پر عبور کریگا پس ہم یہ فرض کرلیں کہ ہم نے ایک زاویہ گیر کو نصب کیا اور انتصابی تار کو نصف النہار مقامی پر لگایا اور وقت کو دیکھ لیا کہ کس وقت ایک خاص ستارہ نصف النہار پر سے گذرتا ہے اور اسی طرح کئی روز تک کرتے رہیں اور وقت کو درج کرتے رہیں۔ اگر ہماری وقت بتانے والی گھڑی نے صحیح وقفہ ۲۴ گھنٹے کا بتایا تو پھر وقت کوکبی وقت ہوگا اور ہمارا وقت شمر ایک کوکبی گھڑی ہوگی، لیکن اگر وقت شمر گھڑی ایک اوسط وقت بتانے والی ہے یعنی معمولی گھڑی ہے (جس کو حقیقی اوسط وقت دکھانے کے لیے درست کرلیا ہے) تو پھر بھی ستارہ نصف النہار کو صحیح وقت کے وقفوں پر عبور کریگا لیکن تین دقیقے اور ۵۶ ثانیے (تقریباً) ہر روز ۲۴ گھنٹے گذرنے سے پہلے، اور یہ ہر روز ہوتا رہیگا جب تک کہ ستارہ پورے ۲۴ گھنٹے کا وقت بہ حساب اوسط وقت ایک کوکبی سال میں نہ حاصل کرلے۔ اس کا سبب حسب ذیل ہے: شکل ۱۵ میں فرض کرو کہ محل

شکل ۱۵

(۶۴) زمین کا اپنے مدار پر ہے جس وقت کہ مقام ا پر دوپہر ہے یعنی سورج

س کا عبور نصف النہار پر ہو رہا ہے اور فرض کرو ف ایک ثابت ستارہ ہے جو نر ا س زمین اور سورج کے فاصلے کو بڑھا کر لاتناہی پر واقع ہے۔
ایسی صورت میں فرض کرو کہ اُس حصۂ وقت میں کہ جب زمین نے اپنے محور کے گرد ایک گردش کی تو زمین محل نرَ پر اپنے مدار پر حرکت کر گئی ۔ وقت کی اسی ہی آن پر ثابت ستارہ ف دوسرا عبور کریگا اس کی وجہ یہ ہے کہ نر نرَ فاصلے نر ف کے مقابلہ میں کوئی حیثیت نہیں رکھتا اور زاویہ نر ف نرَ ناقابل التفات ہے اس طور سے نرَ اَ دراصل نر ا کے متوازی ہوتا ہے ۔
لیکن اس کے برعکس معاملہ اس وقت شمس کی حالت میں ہے، یہاں فاصلہ نر نرَ، بمقابلہ نر س کے قابل التفات ہے اور زاویہ نر س نرَ ناپا جا سکتا ہے اور زمین کو تقریباً چار منٹ زاید زاویہ اَ نرَ س میں گردشش کرنے میں لگینگے جب جاکر سورج کا عبور واقع ہوگا ۔
پس ایک شمسی یوم، جو سورج کے دو عبوروں میں وقفہ ہے، چار منٹ ایک سماوی یوم سے زیادہ ہے یعنی وقت کا وہ حصہ جو ثابت ستارہ کے دو عبوروں کے درمیان ہے ۔ اور اگر زمین اپنے مدار کے گرد گردش کے وقت میں ایک چکر کم لگاتی ہے اور اگر یہ وقت کا حصہ ایک سال ہو تو ایک شمسی سال کی تعریف میں یہ کہا جا سکتا ہے کہ یہ ایک ایسا سال ہے کہ جس میں سورج ربیعی اعتدال سے چل کر پھر اُسی مقام پر آجاتا ہے اور ایک کوکبی سال وہ وقت ہے جس میں سورج ایک ثابت ستارہ سے روانہ ہوکر پھر اس ہی ستارہ پر آجاتا ہے، یعنی وقت کا وہ حصہ جو ایک پوری گردش کرنے میں لیتا ہے اور جس میں پھر اُس ہی محل پر ستاروں کے منڈل میں آجاتا ہے ۔ یہ یاد رکھنا چاہیے کہ اعتدالین کے استقبال کی وجہ سے ہر سال سورج اُس ہی مقام پر نہیں آجاتا جس پر سے کہ وہ روانہ ہوا تھا، اور بیزل[۱] نے حسابی عمل سے معلوم کیا ہے کہ ایک اوسط شمسی یعنی فصلی سال ۲۲۴۲،۳۶۵ اوسط شمسی ایام کا اور کوکبی سال ایک روز زیادہ کا ہوتا ہے۔

۱۔ Bessell

∴ ۳۶۵٫۲۴۲۲ اوسط شمسی یوم = ۳۶۶٫۲۴۲۲ کوکبی یوم

اور ا کوکبی روز = ۰٫۹۹۷۲۶۹۵۷ اوسط روز شمسی

یعنی ۲۴ گھنٹے کوکبی وقت = ۲۳ گھنٹے ۵۶ دقیقے ۴٫۰۹۱ ثانیے بہ حساب اوسط وقت یا روزانہ اِسراع کوکبی وقت (ف، و) کا اوسط وقت (ا، و) پر ۳ منٹ ۵۶ ثانیے تقریباً ہوا، اور ابطاء اوسط وقت (ا، و) اوپر ف، و سے ۳ دقیقے ۵۶ ثانیے تقریباً۔ یعنی اِسراع اور ابطاء فی گھنٹہ ۹٫۸۵۶۵ ثانیے ہوا (عام طور پر ۹٫۸۶ لیا جاتا ہے)۔[1]

ایک شمسی سال میں تقریباً ۳۶۵ ۱/۴ دن ہوتے ہیں اور چونکہ ایک چوتھائی حصہ دن کا حساب میں موزوں نہیں رکھا جا سکتا اس لیے سالوں کو دنوں کی پوری صحیح تعداد میں لیا جاتا ہے اور ان کو استوائی سال[2] کہا جاتا ہے۔ جولیس سیزر (julius Cæsar) نے یہ ترتیب کی کہ ہر سال کو ۳۶۵ دن کا رکھا جائے سوائے ہر چوتھے سال کے یا وہ سال جو ۴ پر پورا تقسیم ہو جائے۔ یہ کبیسہ سال ہوگا یعنی وہ سال جو ۳۶۶ دن کا ہے۔

(۷۵) یہ تقویم، تقویم قیصری (Julian Calendar) کے نام سے مشہور ہے۔ یہ خطا کو کسی قدر زیادہ کر کے درست کرتی ہے اور حسابی عمل سے معلوم کیا گیا ہے کہ ایک سالم دن ہر ۱۰۰ برس کے بعد بڑھ جاتا ہے۔ اس خیال سے ایک ایسا سال جو صدی کو ظاہر کرتا ہے وہ کبیسہ کا سال شمار نہیں کیا جا سکتا سوائے اس کے جیسا کہ آگے بیان کیا جاتا ہے :۔ اس ترکیب سے جو درستی کی جاتی ہے اُس سے ایک دن کم کر کے خطا دُور ہوتی ہے یعنی ایک دن ہر ۴۰۰ برس میں ضائع ہو جاتا ہے۔ پوپ گریگری (pope gregory) نے یہ عمل شروع کیا کہ ہر صدی کا سال جو ۴۰۰ پر تقسیم ہو جائے وہ کبیسہ کا سال

[1] دیکھو جداول بحری جنتری میں، اور چیمبر کی Mathematical Tables صفحہ ۲۳۴ جدید اشاعت

[2] استوائی سال

شمار کیا جائے - اس حساب سے ۱۸۹۶ء ، ۱۹۰۴ء اور ۲۰۰۰ء کبیسہ کے سال ہیں اور ۱۹۰۰ء نہیں ہے - یہ گریگری تقویم کے نام سے مشہور ہے -

(۶۴) - یہ پہلے بیان کیا جا چکا ہے کہ اعتدال ربیعی ہر سال ۲۱ ویں مارچ کو یا قریب اس کے واقع ہوتا ہے یا جب حقیقی شمس کا میل ۰° ہو یعنی جس وقت کہ حقیقی شمس سماوی استوا پر ہو - اس وقت ظاہری یا حقیقی شمس کا صعودِ مستقیم (ص م) صفر گھنٹہ ، صفر دقیقہ ، صفر ثانیہ ہوتا ہے (۰گ ، ۰ٓ ، ۰ً) ، لیکن چونکہ ہم ایک اوسط شمس کے متعلق بیان کر رہے ہیں گرینچ کا اوسط ظہر (گ ، ۱ ، ظ) کا کوکبی وقت حقیقی شمس کے صعودِ مستقیم سے مختلف ہوگا اور ان کا فرق مساوی ہوگا مساواتِ وقت کے جو کوکبی اکائیوں میں ظاہر کی گئی ہوں - ذیل کے اعداد جو بحری جنتری سے حاصل کیے گئے ہیں اس کی تشریح کر دینگے -

| تاریخ مارچ | ظاہری ص م | ظاہری میل | مساوات وقت | (ک۔و) گرینچ والے دوپہر |
|---|---|---|---|---|
| | گھنٹہ دقیقہ ثانیہ | | دقیقہ ثانیہ | گھنٹے دقیقے ثانیے |
| ۲۰ | ۲۳ ۵۷ ۴۱٫۴۱ | ج ۰ ۱۵ - ۲٫۰۱ | ۷ ۵۵٫۴۱ | ۲۳ ۴۶ ۵۹٫۹۲ |
| ۲۱ | ۰ ۱ ۲۰٫۰۶۱ | ش ۰ ۰۸ - ۱٫۴۱ | ۷ ۲۳٫۰۶ | ۲۳ ۵۲ ۵۶٫۴۷ |

۲۲ مارچ کو اسی وجہ سے جو ابھی بیان کی گئی ہے ، سورج ۱۲ بجے دوپہر کو اوسط وقت کی گھڑی پر نصف النہار کو عبور کریگا ، لیکن اس وقت کوکبی گھڑی ۳ دقیقہ ۵۶ ثانیے آگے ہو جائیگی اور کوکبی گھڑی ۱۲ گھنٹے اعتدالِ خریفی پر آگے ہوگی اور اسی طرح اور حالتوں میں بھی ہوگا - پس اسی لیے ہم کو بحری جنتری میں کوکبی وقت گرینچ اوسط ظہر کا مل جاتا ہے یا دوسرے الفاظ میں گرینچ (Greenwich) پر سورج کا زاویئی ساعت مل جاتا ہے - یہ کوکبی اوقات

لہ اگر سال جو ۴۰۰ سے تقسیم ہو جائے کبیسہ کا سال نہ سمجھا جائے تو ایک لاکھ برس میں ایک دن کی خطا ہوگی -

جدولوں کی صورت میں سال کے مختلف دنوں کے لیے دیے ہوئے ہیں اس کی وجہ یہ ہے کہ سماوی اشخاص کے تمام ص م برج حمل کے نقطۂ اول[1] سے شمار کیے گئے ہیں۔

دوسری بات یہ ہے کہ اگر ایک مشاہدہ گرینچ کے نصف النہار کے مش یا مغ یعنی اُس نصف النہار کے مشرق یا مغرب میں لیا گیا ہے جو بحری جنتری میں رکھا گیا ہے اور جس کو بہت سی قوموں نے اپنا صفر قرار دے لیا ہے تو یہ ضرور ہوگا کہ ایک صورت میں حمل کا نقطۂ اول مقامی اوسط ظہر (م، اُظ) (بحری جنتری کا) پر گرینچ سے پہلے نصف النہار کو عبور کریگا اور دوسری صورت میں پیچھے۔ اس طرح سے اگر ۳۶۰° میں ۳ دقیقہ ۵۶ ثانیے کوکبی وقت میں فرق ہو جاتا ہے تو ایک منہائی کی تقسیم رسدی بہ حالت شرقی اور جمع کی بہ حالت غربی گرینچ کے اوسط ظہر کے کوکبی وقت پر کرنی چاہیے تاکہ اس کوکبی وقت کو مقامی اوسط ظہر کے کوکبی وقت میں تحویل کر دیا جائے۔

(۶۲) مثال — گرینچ اوسط ظہر کا کوکبی وقت ایک خاص تاریخ پر ۱۲ گھنٹے دریافت کیا گیا ہے، تو بتاؤ مقامی اوسط ظہر ۹۰° طول بلد مغرب اور مشرق پر کوکبی وقت کیا ہوگا۔

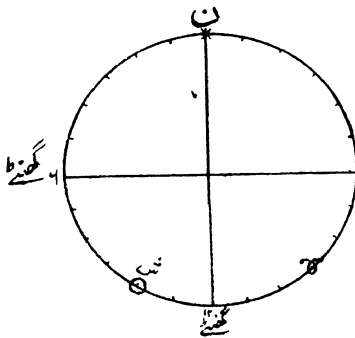
$$٩٠^\circ = \frac{٣٦٠^\circ}{٤}$$ ∴ ایک تقسیم رسدی $\frac{٣^m\ ٥٦^s}{٤}$ کی کرنی چاہیے:—

اس طرح کوکبی وقت (ف، و) مقامی اوسط ظہر پر ۹۰° مغرب

[1] طالب علم کو یاد رکھنا چاہیے کہ اگر کوکبی گھڑی گرینچ پر صفر ساعت بجاتی ہے اور اُس وقت میلی دائرہ بُرجِ حمل کے نقطۂ اول ہیں سے گزر کر نصف النہار کے انتصابی تار سے منطبق ہوتا ہے اور اگر طالب علم اُس وقت خاص سماوی اشخاص کے یکے بعد دیگرے تار پر کے عبور کے وقت مشاہدہ کرتا رہے تو وہ صعودِ مستقیم ان سب شخصوں کے معلوم کر لیگا۔ پھر اگر آلہ صفر درجہ انتصابی قوس پر ظاہر کرتا ہے اور دُوربین ۲۲ مارچ کو بُرجِ حمل کے نقطۂ اول پر تقاطع کرتی ہے اور ستاروں کے عبور کو مشاہدہ کر لیا جائے اور ان کی بلندیاں یا پستیاں رجسٹر کر لی جائیں تو اس صفر درجہ کے حساب کو مدنظر رکھ کر اسس کو میل جنوب یا شمال میں حاصل ہو جائینگے ان میلوں میں انعطاف شامل نہیں ہوگا۔

= ۱۲ گھنٹے + ۹ ۵ ثانیے ۔ اور کوکبی وقت مقامی اوسط ظہر پر ۹۰° مشرق
= ۱۲ گھنٹے ۔ ۹ ۵ ثانیے = ۱۱ گھنٹے ۵۹ دقیقے ۱۰ ثانیہ ۔

اب یہ بتانا ضروری ہے کہ اگر کسی جگہ کا نصف النہار معلوم ہے تو اس کا مقامی اوسط وقت کیونکر معلوم کیا جاتا ہے ۔ اس کے اظہار کا بہترین طریقہ ایک شکل اور مثال سے ہو سکتا ہے ۔

مثال ۔۔ گرینج اوسط ظہر (گ' ا' ظ) کا کوکبی وقت ایک خاص تاریخ کا ۵ گھنٹے ۰ دقیقہ ۱۵ ثانیے دیا ہوا ہے، اور ص م (R.A.) ایک ستارہ کا ۱۵ گھنٹے ہے ۔ مقامی اوسط وقت (م' ا' و) ایسے مقام پر کا دریافت کرو جب کہ ستارہ نصف النہار کو عبور کر رہا ہے ۔ اس مقام کا طول بلد ۷۷ درجے ۵۴ دقیقے مشرقی ہے ۔

شکل ۱۶



فرض کرو شکل ۱۶ ایک انتصابی تراش کو ظاہر کرتی ہے جو سماوی کرہ میں سے گزرتی ہے اور اس کو ۴ ربع میں ہر ایک ۶ گھنٹے کا تقسیم کر لو ہر ایک پر مخالف سمت ساعت نمبر ڈال دو اور فرض کرو کہ صفر گھنٹے پر یا ۲۴ گھنٹے پر نصف النہار ہے ۔

جب یہ خاص ستارہ نصف النہار پر ہو تو اس کا محل معلوم ہے پس شکل میں یہ صفر پر یا نصف النہار ن پر لگا دیا ہے ۔ چونکہ اس کا ص م ۱۵ گھنٹے ہے، ہم الٹی طرف ۱۵ گھنٹے ناپ سکتے ہیں اور راس الحمل کو شکل میں لگا دیتے ہیں کیونکہ ۱۵ گھنٹے اس وقت

(درستی شرقی طول بلد کے لیے) = ۱۵ گھنٹے ۲۳ دقیقے ۷ء۲۰ ثانیے۔ اور
ص، م+۲۴ گھنٹے = ۲۵ گھنٹے ۲۷ دقیقے ۸ء۲ ثانیے، اس لیے مرور کا
کوکبی وقت = ۲۵ گھنٹے ۲۷ دقیقہ ۲۸ ثانیے نفی ۱۵ گھنٹے ۲۳ دقیقے ۷ء۲ ثانیے
= ۱۰ گھنٹے ۴۰ دقیقے ۳ء۲۵ ثانیے کوکبی اکائیوں میں ہوا یعنی مرور کا
مقامی اوسط وقت ۱۰ گھنٹے ۲۰ دقیقہ ۳ء۴۶ ثانیہ ہوا۔

(۷۸) جب گھنٹے اور گھڑیاں جو اوسط وقت رکھتے ہیں وہ ایک خاص مستند نصف النہار سے ٹھیک کیے جاتے ہیں تو ایک تقسیم رسدی نصف النہار کے مشرق یا مغرب کے طول بلد کے لحاظ سے کر دی جاتی ہے۔

یہ درستی مستند وقت کے لیے ۱۵ درجہ کے مقام کے لیے مستند وقت کے نصف النہار مقامی سے مغرب کی طرف کو بقدر ایک گھنٹہ کے منفی ہوگی، اور اگر ۱۵ درجہ شرقاً ہے تو مثبت ایک گھنٹہ ہوگا اور اس سے مقامی وقت حاصل ہو جائیگا۔

(۶۵) جو وقت کہ حقیقی سورج سے ظاہر ہوتا ہے وہ شمسی ڈائل کا وقت ہے لیکن یہ وہ وقت نہیں ہوتا جو گھڑیاں اور گھنٹے ظاہر کرتے ہیں اس کی وجہ یہ ہے کہ سورج کا وقت تغیر پذیر ہے۔ اگر زمین کا مدار ایک دائرہ ہوتا اور سورج مرکز ہوتا تو ظاہری یوم ایک مستقل وقفۂ وقت ہوتا لیکن زمین کا مدار ایک ہلیلجی (یا قطع ناقص) ہے اور سورج اس کے ایک نقطۂ ماسکہ میں ہے اور کیپلر (kepler) کے کلیۂ دویم سے ثابت ہے کہ زمین وقت کے مساوی وقفوں میں مساوی رقبوں پر گذرتی ہے یا نیم قطر سمتیاں مساوی وقتوں میں مساوی رقبے پر پھر جاتی ہیں اور یہ بات اس طرح سے سمجھ میں آجاتی ہے کہ زمین جس وقت سورج کے سب سے زیادہ نزدیک ہوتی ہے یعنی حضیض پر، تو یہ رفتار میں زیادہ تیز ہوتی ہے اور جس وقت اوج پر ہوتی ہے تو اس کی رفتار سست ہوتی ہے۔ علاوہ ازیں شمس کا راستہ اُس طریق الشمس پر ہے

جو سماوی استوا سے میلان رکھتا ہے اور اسی طرح وقت کا دوسرا تغیر لازمی ہو جاتا ہے۔

یہی وہ اصلی اسباب ہیں جن سے شمسی وقت متغیر ہوتا ہے اور چونکہ کوئی گھڑی اس طرح پر نہیں چلائی جا سکتی کہ وہ شمس کی حرکت کے مطابق تیز یا سست کی جا سکے اس لیے ہیئت دانوں نے یہ انتظام کیا ہے کہ مستقل یوم رکھا جائے اور یہ دن دن اور رات سے کم و بیش منطبق ہوتا ہوا ہو اور اس لیے یہ ضروری ہے کہ ایسے مشاہدات جو سورج کی طرف کیے جائیں وہ ظاہری یا حقیقی شمس کے وقت سے اوسط وقت میں تحویل کیے جائیں۔ ایسی درستی کو اصطلاح میں مساواتِ وقت کہا جاتا ہے اور اس کی مقدار خواہ مثبت ہو یا منفی بحری جنتری میں ہر ماہ کے صفحہ اول پر دی گئی ہے۔ مساواتِ وقت کو بھی اکائیوں میں دی جاتی ہے۔

ظاہری وقت کی تعریف یہ کی جا سکتی ہے کہ یہ ایک ایسا زاویہ ہے جو کسی مقام کے نصف النہار اور حقیقی سورج میں سے گزرنے والے نصف النہار کے درمیان واقع ہو۔ اوسط وقت وہ زاویہ ہے جو مقامی نصف النہار اور اس نصف النہار کے درمیان ہے جو ایک خیالی سورج میں سے گذرتا ہے جب کہ اس کی رفتار استوا پر وہ اوسط رفتار ہے جس کے ساتھ حقیقی سورج طریق الشمس پر چلتا ہے۔ وہ زاویہ جو حقیقی اور خیالی سورج کے نصف النہاروں کے درمیان ہو وہ مساواتِ وقت ہے۔ شمسی ڈائلوں کی درستی مساواتِ وقت کے لحاظ سے کرنی چاہیے تاکہ وہ مقامی اوسط وقت سے مطابق ہو جائیں۔

اس کے بعد فرض کرو اس کی ضرورت ہے کہ ۱۸ گھنٹے ۹ دقیقے کے تغیر کو فی گھنٹہ کے حساب سے یکم اور دویم جون کی دوپہروں کے درمیان اندراج کر دیا جائے جب کہ یہ تغیر فی گھنٹہ ۰٫۳۷۹ ثانیہ ہو۔ یہ تغیر ۱۸٫۱۳۶ گھنٹوں میں ضرب دینے سے = ۶٫۸۷ ثانیہ کے۔ چونکہ مساواتِ وقت پہلی جون کا = ۲ منٹ ۲۸٫۶۷ ثانیہ کے اس میں سے اس کو

(۷۹ تفریق کرنے سے مساواتِ وقت = ۲ دقیقہ ۲۸٫۶۷ ثانیے - ۶٫۸۶ ثانیے
= ۲ دقیقہ ۲۱٫۸۱ ثانیے کے، اور اس لیے مقامی اوسط وقت (م-ا-و) مقامی ظہر کا = ۱۲ گھنٹے ۰ دقیقہ ۰ ثانیہ - ۲ دقیقہ ۲۱٫۸۱ ثانیہ = ۱۱ گھنٹے ۵۷ دقیقے ۳۸٫۲ ثانیے اور اس لیے مقامی وقت کی گھڑی جتنی پیچھے تھی وہ
= ۱۱ گھنٹے ۵۷ دقیقے ۳۸٫۲ ثانیہ - ۱۱ گھنٹے ۳۵ دقیقے ۴۰ ثانیہ = ۲۱ دقیقے ۵۸٫۲ ثانیے کے - اگر گھڑی مستند وقت ظاہر کرتی ½۵ گھنٹوں کے لیے یعنی گرینچ سے ½۸۲ درجہ مشرق کے لیے تو یہ ۴ دقیقے ۰ ثانیہ + ۱ دقیقہ ۵۸٫۲ ثانیے یعنی ۵ دقیقے ۵۸٫۲ ثانیے سست ہوتی۔

مندرجۂ بالا مثالوں سے معلوم ہوتا ہے کہ کس طرح وقت کو حسابی عمل کرکے مشاہد سے نصف النہار پر کسی جرمِ فلکی کو مشاہدہ کرکے معلوم کیا جاتا ہے۔

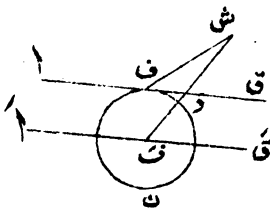
اگر جرمِ فلکی ایک ستارہ ہے تو حسابی عمل بہت آسان ہوجاتا ہے اس کی وجہ یہ ہے کہ اس میں گرینچ کے اوسط وقت کا کوئی حوالہ نہیں دینا پڑتا اور اس کو اگلے نقرہ میں واضح کردیا گیا ہے۔ ایسا ہمیشہ نہیں ہوتا کہ نصف النہار معلوم ہو اور اس لیے مشاہدات سورج کی طرف سے یا ستاروں کے جو نصف النہار سے باہر ہوں، یا بیرونِ نصف النہار جیسا کہ ان کو بعض اوقات کہا جاتا ہے اس کے بعد بیان کیے جائیںگے۔

## ۶۶۔ مشاہدات سورج یا بیرونِ نصف النہار ستاروں کے وقت اور السمت کی دریافت کے لیے[۱]

مندرجۂ ذیل تصحیحیں علم ہیئت کے مشاہدات کے لیے بیان کی جاتی ہیں اور

[۱] مصنف اس بات پر دوبارہ زور دیتا ہے کہ افقی زاویوں کے جٹ کا مشاہدہ کرتے وقت (جٹ میں نشان حوالہ شامل ہے) بلبلے جو لیول کیے جائیں تو اس وقت پایہ پیچوں کے متعلق جو احتیاط دی گئی ہے اس کا خیال رکھا جائے۔ پایہ پیچوں کو بالکل ہاتھ نہ لگایا جائے اور متضاد الحرکت پیچ سے بالائی لیول کو لیول کیا جائے۔

[۲] Ex-meridian = غیر نصف النہار (کمیٹی)

یہ ایک عام اظہارِ خیال ہے کہ کس طرح مشاہدات کو بہترین طریقے سے کیا جائے۔
۲ انعطاف ــــ ایک شعاعِ نور کسی فلکی جرم سے کرۂ ہوا میں داخل ہونے پر جھک جاتی ہے یعنی نیچے کی طرف منعطف ہو جاتی ہے اور جس قدر یہ جرم اُفق کے نزدیک ہوتا ہے اُسی قدر کرہ ہوا کے منطقہ کی چوڑائی جس میں سے شعاع کو گزرنا ہوتا ہے بڑی ہو جاتی ہے اور اسی لیے انعطاف بڑا ہوتا ہے۔ انعطاف اس طور سے ایک شخص کو اونچا کرتا ہے یا زاویہ بلندی جو پڑھا جاتا ہے وہ حقیقی سے زیادہ ہوتا ہے اور اس لیے انعطاف کو ہمیشہ مشاہدہ شدہ ارتفاع سے حقیقی ارتفاع معلوم کرنے کے لیے تفریق کرنا پڑتا ہے۔ انعطاف حرارت اور بار پیما کے ارتفاع پر منحصر ہے (دیکھو جدول سوم ضمیمہ دوم) یا ۵۸″ × ہم ارتفاع سے ایک قریبی قیمت معلوم ہو جاتی ہے۔
اختلافِ منظر ــــ علمِ ہیئت کے معمولی عملوں میں ہم یہ فرض کر لیا کرتے ہیں کہ ستارے یعنی وہ ستارے جو ثوابت ہیں لاتناہی فاصلوں پر ہیں، یعنی وہ کرنیں جو ثابت ستارے سے چلتی ہیں اور زمین کی سطح کی طرف آتی ہیں اور نیز زمین کے مرکز کی طرف کو، وہ ایک دوسری پر منطبق ہو جاتی ہیں اور اس لحاظ سے ہم یہ فرض کر لیتے ہیں کہ جو مشاہدات زمین کے مرکز پر سے کیے جاتے ہیں وہ ایک ایسے مستوی کے حوالے سے ہوتے ہیں جو مُشاہِد کے محل کے مرئی اُفق کے مستوی کے متوازی ہوتا ہے۔ لیکن یہ شمسی نظام کی حالت میں درست نہیں ہوتا۔


شکل نمبر ۱۸

فرض کرو ف ن زمین کی ایک تراش ہے اور ف کوئی نقطہ سطح زمین پر ہے۔ ا ف ق اس نقطہ ف کا افق ہے، اَ فَ قَ

(۸۰)

حقیقی اُفق زمین کے مرکز میں سے ہے اور ا ف ق کے متوازی ہے :۔
فرض کرو ش شمس، چاند یا کوئی سیّارہ ہے تو پھر ش ف ق اُس جرم کا ارتفاع ا ف ق اُفق کے اوپر ہے لیکن ش فَ قَ (= ش د ق) حقیقی افق کے اوپر ارتفاع ہے یعنی ارتفاع اُفق کے اوپر بنیادی نقطہ میں سے ۔ اب ش د ق = ش ف ق + ف ش د یعنی حقیقی ارتفاع مشاہدہ شدہ ارتفاع سے زیادہ ہے بقدر زاویہ ف ش د اور اس کو **اختلافِ منظر** کہتے ہیں۔ شکل سے صاف ظاہر ہے کہ اس زاویہ ف ش د کی مقدار ش کے ارتفاع پر منحصر ہے جو سمت الراس پر صفر ہے اور افق پر قیمتِ اعظم حاصل کر لیتی ہے ۔ ثابت ستارے کرۂ زمین سے اس قدر بعید فاصلوں پر ہیں کہ اس زاویہ کی مقدار بے معلوم سی ہو جاتی ہے اور سورج سے اُفقی اختلافِ منظر بھی ۹ ثانیہ سے زیادہ نہیں ہوتا اس لیے اگر مشاہدے ایسے آلے سے کیے جا رہے ہیں جو صرف دقیقوں تک پڑھتا ہے جیسے کہ جیبی سُدس تو ایسی صورت میں اختلافِ منظر کی درستی کو بالکل نظر انداز کر دینا چاہیے۔ اختلافِ منظر کی درستی مشاہدہ شدہ ارتفاع میں جمع کر دینی چاہیے یا سمت الراس کے فاصلوں میں سے تفریق کر دینی چاہیے (دیکھو جدول ۲ ضمیمہ ۲)

**نصف قطر** ــــ جب کوئی مشاہدہ سورج پر کسی ارتفاع سمتی آلہ سے کرنا ہو تو اس میں بڑی مشکل یہ پیش آئیگی کہ شمس کے قرص کی تنصیف آلے کے اُفقی آڑے تاروں سے کس طرح کی جا سکے ۔ پس عام طور سے کسی ایک عضو کے ارتفاع کو پڑھ لیا جاتا ہے خواہ بالائی ہو یا زیریں اور پھر جو مناسب صورت ہو اُسی لحاظ سے سورج کا نصف قطر تفریق کر دیا جاتا ہے یا جمع کر دیا جاتا ہے تاکہ مرکز کا اصلی ارتفاع معلوم ہو جائے ۔ اس کو نصف قطر کی تقسیم ہر سدی کہتے ہیں اور یہ سال کے ہر ایک یوم کے لیے "بحری جنتری" میں دیا ہوا ہے۔ یہ درستی دراصل وہ زاویہ ہے جو زمین کے مرکز پر مشاہد کی آنکھ کے محاذی شمس کا نصف قطر بناتا ہے۔ اور یہ ہمیشہ گو خفیف ہی سہی لیکن تبدیل ہوتا رہتا ہے ۔ اس وجہ سے نہیں کہ شمس کا قطر تبدیل ہوتا رہتا ہے بلکہ اس وجہ سے کہ شمس اور زمین کا درمیانی فاصلہ ہمیشہ بدلتا رہتا ہے ۔ علاوہ ازیں

جب ایک سُدس اور ایک مصنوعی اُفق استعمال کیے جاتے ہیں تو عموماً مرکز کے بجائے اعضا میں سے ایک کا ارتفاع پڑھا جاتا ہے کیونکہ مشاہد بہت زیادہ صحت کے ساتھ وہ وقت دیکھ سکتا ہے جب دو سورج ایک دوسرے سے مس کرتے ہیں بجائے اس کے کہ وہ ایک دوسرے پر بالکل منطبق ہو جاتے ہیں۔

ارتفاع کے تمام مشاہدوں میں، سورج کے ارتفاع کے مشاہدہ کے بعد اور بارپیما اور تپش پیما کے اُن متفرقات کے بعد جو بروقت مشاہدہ ہوں وہ تقیحیں جو اُوپر بیان کی گئی ہیں ذیل کی ترتیب سے عمل میں لائی جاتی ہیں:- (۸۱)

سب سے پہلے آلے کی خطاؤں کی درستی بہ تقسیم رسدی کرلو، پھر جدول سوم میں سے سمت الراسی فاصلے کے لیے جو بہ لحاظ آلے کے درست کرلیا گیا ہے انعطاف نکال لو۔ اب یہ اعداد ایک مفروضہ تپش ۵۰° ف پر اور ۳۰" کے بارپیمائی دباؤ پر حل کیے گئے ہیں۔ جدول سوم میں ضروری عدد تقسیم رسدی مع اُن کی علامات کے دیے گئے ہیں۔ جب یہ انعطاف درست کرلیا جائے تو اس کو راسی فاصلہ میں جمع کرلو۔ پھر نصف قطر کا (جو بحری جنتری سے لیا جائے) عمل درآمد اس طرح کرنا چاہیے کہ اگر زیرین عضو[1] پر مشاہدہ کیا گیا ہے تو نفی کیا جائے اور اگر بالائی پر کیا گیا ہے تو جمع کیا جائے اور سب سے آخر میں اختلافِ منظر کی تقسیم رسدی معلوم کرلو اور اس کو راسی فاصلہ میں سے تفریق کردو۔

مثال (۱) شمسی بالائی عضو کا مشاہدہ شدہ ارتفاع ۲۰ جون ۱۹۲۲ء کو صبح ۸ بجے، ۳۹ درجے ۱۶ دقیقے ۲۰ ثانیے ہے۔ بارپیما ۲۸٫۸۵ انچ ہے، تپش پیما ۸۰° ف، آلہ میں کوئی خطا نہیں ہے۔ سورج کے مرکز کا حقیقی ارتفاع معلوم کرو۔

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| مشاہدہ شدہ راسی فاصلہ (۹۰° - ارتفاع) . . . . . | ۵۰° | ۴۳′ | ۴۰″ | |
| انعطاف ۵۰° ب ج کے لیے . . . . . . | + | | ۱′ | ۹٫۴″ |
| اور تغیر ۳۴′ ۴۰″ کے لیے . . . . . . | + | | | ۱٫۸ |

---

[1] اس بات کو یاد رکھو کہ شخص کو جب کسی معمولی قسم کے زاویہ گیر کی دوربین میں سے مشاہدہ کیا جائے تو یہ اُلٹا نظر آئیگا (یعنی آلہ میں خیال کو اُلٹنے والا چشمہ نہ لگایا گیا ہو)۔

بارپیما کی درستی ۲۸٫۸۵ انچ کے لیے ........ — ۲٫۷

درستی تپش پیما کی ۸۰° کے لیے ........ — ۴٫۲

تصحیحوں کی قیمت + ۱ ۰۴٫۳

∴ درست شدہ انعطاف ۵۰° ۴۴′ ۴۰″ + ۱ ۰۴٫۳

نصف قطر (جو بحری جنتری سے لیا گیا ہے) + ۱۵ ۴۶٫۳

ارتفاع میں اختلافِ منظر — ۰۶٫۵

مرکزِ شمس کا حقیقی ارتفاع (۹۰° - راسی فاصلہ) = ۳۸° ۵۹′ ۳۶″

مثال (۲) — مشاہدہ شدہ دوچند ارتفاعِ شمس صبح کے ۸ بجے ۲۲ جون ۱۹۲۲ء کو زیریں عضو پر ۸۴ درجہ ۴۴ دقیقے ۴۰ ثانیہ ہے۔ قوس کے نمایندہ کی خطا ۳′ ۴۵″ ہے (اس لیے منفی ہے)۔ بارپیما ۲۸٫۸۵ انچ، تپش پیما ۸۵° ف: سورج کے مرکز کا حقیقی ارتفاع معلوم کرو۔

مشاہدہ شدہ دوچند ارتفاع ........ ۸۴° ۴۴′ ۴۰″

قوسی نمایندہ کی خطا ........ — ۳′ ۴۵″

۲ | ۸۴° ۴۰′ ۵۵″

ارتفاعِ واحد ........ ۴۲° ۲۰′ ۲۷٫۵″ = ۴۷° ۳۹′ ۳۲٫۵″ راسی فاصلہ

انعطاف ۴۷° کے لیے ........ + ۱′ ۰۲٫۴″

اور تغیر ۳۹′ ۳۲٫۵″ میں ........ + ۱٫۴۶″

درستی بارپیما کی ۲۸٫۸۵ انچ کے لیے ........ — ۲٫۴۴″

درستی تپش پیما، ۸۵ درجہ کے لیے ........ — ۲٫۳۸″

تصحیحوں کی قیمت ........ ۵۷٫۰″

∴ درست شدہ انعطاف ۴۷ درجہ ۳۹ دقیقے ۳۲٫۵ ثانیہ + ۰′ ۵۷٫۰″

نصف قطر، جون ۲۲ کو ........ — ۱۵′ ۴۶٫۲″

ارتفاع میں اختلافِ منظر ........ — ۶٫۴″

مرکزِ شمس کا حقیقی ارتفاع (۹۰° - راسی فاصلہ) = ۴۲° ۳۵′ ۲۳″

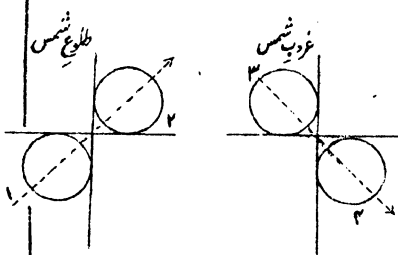
(۸۲) مندرجہ بالا عمل میں راسی فاصلوں کی جدول سے انعطاف معلوم کرنے میں خاصی بلا ضرورت محنت معلوم ہوتی ہے لیکن یہ طریقہ اس لیے اختیار کیا گیا ہے کہ اکثر انعطافی جدولیں جو علم ہیئت کے حل میں کام آتی ہیں وہ راسی فاصلوں کے لیے ہوتی ہیں اور ارتفاعوں کے لیے نہیں ہوتیں۔ اب طالب علم کی سمجھ میں آجائیگا کہ وہ جس وقت فلکی شخصوں سے، ماسوائے ثابت ستاروں کے کام کرتا ہے تو اس کو ذیل کی درستیاں کرنی پڑتی ہیں۔

صعودِ مستقیم اور میلِ فلکی اپنے گرینچ کے محل کے حوالہ سے اسی خاص لمحہ کے لیے بالکل درست ہونے چاہییں اور اسی طرح اختلافِ منظر کی درستی بھی بہ تقسیم رسدی درست ہونی چاہیے۔ انعطاف کی تصحیح دونوں صورتوں میں مشترک ہے۔ نصف قطر کی تصحیح صرف سورج کے لیے ہے، لیکن یہ زیادہ مناسب ہوگا کہ اعضائے شمس کو مشاہدہ کیا جائے بجائے مرکز کے مشاہدے کے جو ہمیشہ صحت کے ساتھ تقاطع نہیں کیا جا سکتا اور جس کی صحت کے لیے ہر حالت میں بہت کچھ صائب رائے کی ضرورت ہوتی ہے۔

وقت کے مشاہدوں میں اس لیے یہ زیادہ اچھا ہوگا کہ ایک عضوِ شمس اُفقی تار پر سے گزرنے دیا جائے اور مس کے وقت کو درج کر لیا جائے اور پھر سورج کو تار پر سے عبور کر جانے دو (اس عرصہ میں آہستہ آہستہ اُفقی خفیف حرکت پیچ سے تختی کو سرکاتے رہو جب یہ محسوس ہو کہ وہ میدان سے خارج ہوتا جاتا ہے) اور پھر دوسرے مس کے وقت کو درج کر لو یا شمس کے مکمل عبور کو اُفقی تار پر سے۔ اِس طریقے سے ایک انتصابی زاویہ دو مرتبہ درج ہو جاتا ہے اور ان دونوں وقتوں کا اوسط، مشاہدہ شدہ انتصابی زاویہ پر مرکزِ شمس کے تقاطع کا صحیح وقت ہے۔ اور سورج کے مرکز کا وقت گھڑی سے ملا دیا جاتا ہے اس گھڑی کا مقامی اوسط وقت کے حوالہ

سے یا اس کے اپنے معیاری وقت سے امتحان کر لینا چاہیئے دیکھو مثال صفحہ ۱۵۰ -

۶۷- السمت - السمت کے لیے یا نصف النہار کی سمت کے لیے جس وقت سورج کا بیرون نصف النہار مشاہدہ کیا جائے تو حل شدہ زاویہ مں سطح زمین کے کسی نقطہ سے بطور ایک حوالہ کے نشان کے ملا دیا جاتا ہے اور یہ نشان وہی کام دیتا ہے جو گھڑی وقت کے مشاہدوں میں دیتی ہے - اس لیے سورج سے ایک السمت حاصل کرنے کے لیئے جب کہ صحیح وقت معلوم نہ ہو، افقی زاویہ ایک حوالہ کے نشان (ح ن) کی طرف کو اور مرکزِ شمس کا ارتفاع مطلوب ہوتے ہیں اور اس کا طریقہ ذیل میں درج ہے :-

جب عرض بلد ۲۳ درجہ ۲۷ منٹ سے بڑا شمال کی طرف ہو تو شمس ہمیشہ مشرقی نقطہ کے جنوب میں طلوع ہوگا اور مشاہد کے بائیں طرف سے دائیں سمت کو طلوع اور غروب کی حالت میں حرکت کریگا اگر مشاہد جنوب کی طرف مُنہ کیے ہوئے ہے اور شمس کی حرکت جیسی کہ شکل ۱۹ میں دکھائی گئی ہے ہوگی گو دوربین میں دیکھتے وقت یہ سب اُلٹا دکھائی دیگا۔ مشاہد کو جو کچھ اب کرنا چاہیے وہ یہ ہے کہ دوربین میں سورج کی حرکت کی سمت کو قائم کرنے کے بعد دوربین کے ایک رُبع کو جو اُفقی اور انتصابی تاروں کے

طلوعِ شمس    غروبِ شمس

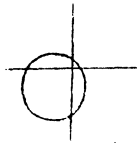
۱    ۲    ۳    ۴

شکل ۱۹

درمیان بنتا ہے سورج کے اعضا کے ساتھ مس کرانا چاہیے اور انتصابی اور اُفقی زاویے اور اس کا وقت درج کر لینا چاہیے، اس تمام مشاہدے

(۸۳)

ہیں اس بات کا بہت خیال رکھنا چاہیے کہ زاویہ گیر حقیقی لیولی حالت میں ہے۔ معیاری وقت جو مقامی وقت پر درست کر لیا گیا ہے اور گرینچ سے ملا لیا گیا ہے ضروری نہیں کہ بالکل صحیح ہو لیکن کافی صحیح ہونا چاہیے تاکہ سورج کے میل کا حل مطلوبہ درجہ صحت کی ضروریات کو پورا کر سکے۔ میل کا تھوڑا سا فرق آخری نتائج پر کوئی بڑا اثر نہیں کریگا۔ اس کے بعد دوسرا کام جو مشاہد کرتا ہے وہ مقابل کے ربع میں مس حاصل کرنا ہے اور وہ وقت کو اور افقی اور انتصابی زاویوں کو درج کر لیتا ہے۔ مشاہدہ کے وقتوں کے اوسط اور زاویوں کے اوسط سے مرکز شمس کا مشاہدہ شدہ ارتفاع اور اس کی سمت کا افقی زاویہ معلوم ہو جاتا ہے۔

پہلا مس حاصل کرنے کے بعد، فرض کرو کہ محل ۲۰ کے اور یہاں کے وقت اور زاویوں کے شماروں کے اندراج کے بعد دوسرا مس حاصل کرنے کے لیے اس میں کچھ زیادہ فائدہ نہیں ہے کہ افقی اور انتصابی قوسوں کو حرکت دی جائے اور در اصل یہی زیادہ اچھا ہے کہ انتصابی قوس کو جہاں ہے وہیں چھوڑ دے اور افقی سست حرکت پیچ سے شمس کے پیچھے پیچھے دوربین کو چلایا جائے۔ تھوڑا سا وقت گزرنے کے بعد اگر سورج طلوع ہو رہا ہے تو اس کا محل وہ ہوگا جو شکل نمبر ۲۰ میں دکھایا گیا ہے۔ مشاہد کو اب بہت احتیاط برتنی چاہیے اور شمس کے حصے کو جس قدر کہ ہو سکے انتصابی تار کے دائیں طرف اسی قدر رکھنا چاہیے جس قدر کہ وہ افقی تار کے اوپر ہے، یا دوسرے الفاظ میں، اس کو شمس کے قرص کے قطعوں کو بحصۂ مساوی تیسرے ربع سے کاٹنے کی کوشش کرنی چاہیے اور اس طریقہ سے ایک آخری جنبش ہاتھ سے افقی مماسی پیچ یا سست حرکت پیچ کو دے کر ایک مکمل

شکل نمبر ۲۰

دوہرا مس حاصل کرلو۔

یہ عملی ترکیب بہت اچھی ثابت ہوئی ہے کہ زاویہ گیر کے افقی عضو کو صفر درجہ کے شمار پر مقناطیسی نصف النہار پر نچلی تختی کو گردش دے کر اور اس کو کس کر ثبت کر دیا جائے اس عمل سے نشانِ حوالہ (ن ، ح) کے السمت میں کوئی ممکن گڑبڑ واقع نہیں ہوتی اور مقناطیسی تغیر بھی اس گڑبڑ سے بچ رہتا ہے، یہ مقناطیسی تغیر نشانِ حوالہ کی سمت میں مقناطیسی شمال کے زاویہ کا اور حقیقی شمال کے حل شدہ زاویہ کا فرق ہے۔

اس کے کرنے کا طریقہ یہ ہے :- زاویہ گیر پر کمپاس بائیں رُخ پر لگا دو، بالائی تختی کو کھول دو اور کسرپیما ۱ کو صفر درجہ پر گھماؤ اور بالائی تختی کو کس دو - پھر زیرین تختی کو کھول دو اور آلے کو گردش دو جب تک کہ سوئی کا شمالی سِرا شمال کی طرف نہ ہو جائے۔ زیرین تختی کو کس دو اور بالائی تختی کو کھول دو اور نشانِ حوالہ (ن - ح) کو پڑھ لو۔

بحری جنتری کے ذریعہ شمسی مَیل معلوم کرنے کے طریقہ کو ظاہر کرنے کے لیے ایک مثال کا دینا ضروری ہے۔

سورج کے مشاہدوں کی خاص تعداد ایک مقام پر جو گرینچ سے ۱ گھنٹے مشرق میں ہے دوسری جون کو صبح کے دس بجے (اوسط مشاہدہ شدہ وقتوں کا) لی گئی۔ ذیل کے ابتدائی اعداد بحری جنتری (ب ، ج) سے اقتباس کیے گئے ہیں۔

ظاہرہ مَیل شمسی یکم جون شمالاً ۲۱° ۵۹′ ۳۰.۸″ گرینچ اوسط ظہر (گ ، اظ) پر۔
ایضاً ایضاً ۲ جون شمالاً ۲۲° ۷′ ۱۳.۹″ ایضاً

بحری جنتری کی جدول اایں تغیر فی گھنٹہ یکم جون کو = ۲۰.۹۰ ثانیہ اور دُوسری جون کو ۱۹.۹۴ ثانیے کے ہے دس بجے قبل ظہر، دُوسری جون کو (دیکھو صفحہ ۱۲۶ پر کا حاشیہ، گرینچ کے اوسط وقت (۸۴)

کے متعلق ۱۹۲۵ء سے اور اس کے آیندہ سنین کے متعلق جو تبدیلی کی گئی ہے ) سول وقت ۲۲ گھنٹے ہوئے یعنی ابتدائے دوپہر یکم جون اور چونکہ وقت گرینچ سے مشرق کی طرف ۶ گھنٹے ہے اس لیے گرینچ کا وقت بہ پہلی جون کو ۱۶ گھنٹے ہوا۔ اوّراج سے معلوم ہوگا کہ رفتارِ تغیر ۱۶ گھنٹے پر ۲۶ء ۲۰ ثانیہ ہے جس کو ۱۶ گھنٹوں سے ضرب دینے سے ۵ دقیقے ۱۶ء ۲۴ ثانیے حاصل ہوئے اور اس لیے مَیل شمس مشاہدہ کے وقت شمالاً ۲۱ درجہ ۵۹ دقیقے ۳۰ء۸ ثانیے + ۵ء ۲۴ء ۱۶ = ۲۲ درجہ ۴ دقیقہ ۲۸ ثانیہ ہوا۔

اس لیے ش ق ف (شمالی قطبی فاصلہ) = ۶۷ درجہ ۵۵ دقیقے ۳۲ ثانیہ ہوا۔

جب السّمت کو معلوم کرنے کے لیے ایک ستارے کو مشاہدہ کیا جائے تو ایسی حالت میں ستارہ چونکہ بہت چھوٹا ہوتا ہے اور نیز ستاروں کے مَیل بہت آہستہ آہستہ تبدیل ہوتے ہیں مشاہدے کی تاریخ کا اندراج ہی کافی ہے، اور صرف تاروں کے تقاطع پر سے ستارہ کا گذر مطلوب ہوتا ہے۔ستارہ کو افقی یا انتصابی سُست حرکت پیچ کو ہاتھ سے پھرا کر عبور کرنے دینا چاہیے اور ستارے کے ظاہری مائل راستہ پر عبور کی رعایت کرنی چاہیے۔ السّمت کے مشاہدوں میں زیرین تختی تمام عرصہ شکنجہ میں کسی رہیگی اور جیسا کہ پہلے جتایا جاچکا ہے یہ بہتر ہے کہ آلہ کا کسر پیما صفر درجہ پر ہو اور متناطیسی نصف النہار پر آلے کے "بائیں" رُخ پر رہو۔

ذیل کی مثال سے ظاہر ہو جائیگا کہ کسی بیرون نصف النہار ستارہ کے مشاہدے اور حسابی عمل کس طرح پیمائش بیاض میں درج کیے جاتے ہیں ۔ السمت چونکہ تمام عملی اغراض کے پورا کرنے کے لیے نصف دقیقے تک کافی درست ہوتے ہیں اس لیے بار پیما اور تپش پیما کی درستیاں غیر ضروری ہوتی ہیں۔ صفحہ ۱۴۱ پر زیر حاشیہ کا دیکھنا بہت

ضروری ہے۔

پیمائش بیاض، عرض بلد ۲۹° ۵۲′ السمت بیرون نصف النہار بتاریخ ۸ جنوری سنہ ۱۹۱۴ء

| رُخ | شخص | اُفقی زاویے | | | | انتصابی زاویے | | | وقت اور تاریخ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ا | ب | اوسط | زاویہ درمیان نشان حوالہ اور شخص | ا | ب | اوسط | |
| بایاں | نشانِ حوالہ | ۲۳° ۵۹′ ۲۰″ | ۵۹′ ۴۰″ | ۲۳° ۵۹′ ۳۰″ | | | | | |
| " | مینارِ مسجد العاش | ۵۰° ۳۵′ ۴۰″ | ۳۵′ ۲۰″ | ۵۰° ۳۵′ ۳۰″ | | ۳۶° ۲۸′ ۰۰″ | ۲۷′ ۲۰″ | | |
| دایاں | " | ۲۳۰° ۴۶′ ۴۰″ | ۴۷′ ۰۰″ | ۵۰° ۴۶′ ۴۰″ | | ۳۷° ۲۸′ ۴۰″ | ۲۸′ ۴۰″ | ۳۷° ۵۴′ ۰۲٫۱۵″ | تقریباً ۲ بجے بعد از ظہر |
| " | " | ۲۳۰° ۵۳′ ۴۰″ | ۵۴′ ۲۰″ | ۵۰° ۵۴′ ۰۰″ | ۱۰۳° ۴۴′ ۰۵″ | ۳۸° ۲۱′ ۰۰″ | ۲۰′ ۴۰″ | | |
| بایاں | " | ۵۱° ۱′ ۰۰″ | ۰۰′ ۴۰″ | ۵۱° ۰۰′ ۵۰″ | | ۳۹° ۱۹′ ۲۰″ | ۱۸′ ۴۰″ | | |
| دایاں | ح ہ | ۲۰۳° ۵۹′ ۰۰″ | ۵۹′ ۲۰″ | ۲۳° ۵۹′ ۱۰″ | | | | | |
| بایاں | ح ن | ۲۳° ۵۹′ ۲۰″ | ۵۹′ ۴۰″ | ۲۳° ۵۹′ ۳۰″ | | | | | |
| بایاں | عدزس مغ | ۲۵۴° ۵۸′ ۴۰″ | ۵۹′ ۰۰″ | ۲۵۴° ۵۸′ ۵۰″ | | ۴۸° ۱۴′ ۲۰″ | ۱۴′ ۲۰″ | | |
| دایاں | " | ۷۵° ۵۳′ ۴۰″ | ۵۳′ ۴۰″ | ۲۵۵° ۵۳′ ۴۰″ | ۲۳۱° ۴۹′ ۲۰″ | ۴۷° ۶′ ۲۰″ | ۶′ ۲۰″ | ۴۹° ۴۰′ ۲″ | تقریباً ۲¼ بجے بعد از ظہر |
| دایاں | " | ۵۶° ۳۶′ ۲۰″ | ۳۶′ ۴۰″ | ۲۵۶° ۳۶′ ۳۰″ | | ۴۹° ۱۴′ ۲۰″ | ۱۴′ ۴۰″ | | |
| بایاں | " | ۲۵۷° ۲۵′ ۴۰″ | ۲۵′ ۴۰″ | ۲۵۷° ۲۵′ ۴۰″ | | ۴۹° ۷′ ۲۰″ | ۷′ ۴۰″ | | |
| دایاں | ح ن | ۲۳° ۵۹′ ۴۰″ | ۰۰ ۰۰ | ۲۳° ۵۹′ ۵۰″ | | | | | |

(۸۵)

## حسابی عمل

بتاریخ ۸ جنوری سنہ ۱۹۱۴ء

| | بہ ستارہ سکۂ العناں مشرق | | | عہ ستارہ فرس مغرب | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| شخص مش یا مغ<br>اوسط راسی فاصلہ | ۵۲° | ۰۵′ | ۵۷″ | ۴۳° | ۱۹′ | ۵۰″ |
| + انعطاف ۔ اختلافِ منظر | + | ۰۱ | ۱۵ | + | ۰۰ | ۵۵ |
| صحیح راسی فاصلہ = ق° | ۵۲ | ۰۷ | ۱۲ | ۴۳ | ۲۰ | ۴۵ |
| عرض التمام = ش° | ۶۰ | ۰۸ | ۰۰ | ۶۰ | ۰۸ | ۰۰ |
| شمالی قطبی فاصلہ = س° | ۴۵ | ۰۳ | ۲۵ | ۷۵ | ۱۵ | ۲۶ |
| مجموعہ = ۲ص° | ۱۵۷ | ۱۸ | ۳۷ | ۱۷۸ | ۴۴ | ۱۱ |
| ص° | ۷۸ | ۳۹ | ۱۹ | ۸۹ | ۲۲ | ۰۶ |
| ص° ـ س° | ۳۳ | ۳۵ | ۵۴ | ۱۴ | ۰۶ | ۴۰ |
| ص° ـ ش° | ۱۸ | ۳۱ | ۱۹ | ۲۹ | ۱۴ | ۰۶ |
| ص° ـ ق° | ۲۶ | ۳۲ | ۰۷ | ۴۶ | ۰۱ | ۲۱ |
| لوک قاطع التمام (قوم) ص° | ۰ | ۰۰۸ | ۵۶۹۵ | ۰ | ۰۰۰ | ۰۲۶۴ |
| لوک قاطع التمام (قوم / ص° ـ س°) | ۰ | ۲۵۶ | ۹۸۶۵ | ۰ | ۶۱۲ | ۹۶۰۸ |
| لوک جب ص° ـ ش° | ۱̄ | ۵۰۱ | ۹۷۳۲ | ۱̄ | ۶۸۸ | ۷۶۹۳ |
| لوک جب ص° ـ ق° | ۱̄ | ۶۵۰ | ۰۶۳۳ | ۱̄ | ۸۵۷ | ۰۹۸۷ |
| مجموعہ = لوک مس² ½ م | ۱̄ | ۴۱۷ | ۵۹۲۶ | ۰ | ۱۵۸ | ۸۵۵۲ |
| لوک مس ½ م | ۱̄ | ۷۰۸ | ۷۹۶۳ | ۰ | ۰۷۹ | ۴۲۷۶ |
| ½ م | ۲۷ | ۰۵ | ۱۴ | ۵۰ | ۱۲ | ۳۸ |
| زاویہ م[1] | ۵۴ | ۱۰ | ۲۸ | ۱۰۰ | ۲۵ | ۱۶ |
| زاویہ نشان حوالہ اور ستارہ[2] | ۳۳۳ | ۱۰ | ۰۵ | ۱۲۷ | ۴۶ | ۲۰ |
| السمت ن ـ ح کا شمال سے | ۲۷ | ۲۰ | ۳۳ | ۲۷ | ۲۱ | ۰۴ |

[1] جس وقت کہ ستارہ نصف النہار کے مشرق / مغرب میں ہو تو ستارہ کے السمت کو نشانِ حوالہ اور ستارے کے زاویے میں جمع / سے تفریق کرنا چاہیے ۔ اگر نتیجہ منفی ہے تو اس کو ۳۶۰° میں سے تفریق کر دو، اور اگر مثبت ہے لیکن ۳۶۰° سے زیادہ ہے تو ۳۶۰° اس میں سے تفریق کر دینے چاہییں ۔ اس نتیجہ میں جو اس طرح حاصل ہو استدقاق کو اگر مبدا سے مغرب / مشرق کی طرف کو ہے مشاہدہ شدہ السمت میں جمع / سے تفریق کرنا چاہیے ۔ استدقاق کی درستی کے لیے دیکھو پارہ ۱۳۱ حصہ اول (استدقاق تقریباً ۳۰ ثانیہ فی میل عرض بلد میں ہے ۔

[2] نشانِ حوالہ اور ستارہ کا زاویہ حاصل کرنے کے لیے ہمیشہ نشانِ حوالہ کے مقروءہ میں سے ستارے کے مقروءہ کو تفریق کرنا چاہیے ۔

(۸۶) اگر مندرجہ بالا السمت مبداء سے ۲ میل مشرق میں لیا جائے تو جہت معمولی حصری حسابی عمل میں ۷ ۲ ا ا - ا = ۷ ۲ ۲۰ ہوگی - متفنا طیسی تغیر ½ ہ تقریباً مشرق میں ہوگا -

## (۶۸) السمت ایک گرد قطبی ستارہ بحالت ابتعاد[1] - ایک

گرد قطبی ستارہ وہ ستارہ ہے جس کا شمالی قطبی فاصلہ اس جگہ کے عرض بلد سے کم ہوتا ہے یا بہ الفاظ دیگر جس کا میل مقامی عرض التمام سے زیادہ ہوتا ہے - اس خیال سے یہ آسانی سے سمجھا جا سکتا ہے کہ ایک گرد قطبی ستارہ کبھی مشاہدہ کی جگہ کے اُفق کے نیچے نہیں چھپتا - قطب تارا عام طور پر دیکھا جاتا ہے اور چند امور قطب تارے کے متعلق اس مقام پر بیان کر دینے بے محل نہ ہونگے - اگر غربی یا شرقی وقت قطب تارے کے ابتعاد کے ناموزوں ہوں تو کوئی اور گرد قطبی ستارہ ایسے ہی عمدہ نتائج دے سکتا ہے - قطب تارا دُب اصغر کا ستارہ عہ یا "لٹل بیئر" کا روشن ستارہ ہے (امریکہ میں اس ستاروں کے مجموعہ کا نام "لٹل ڈپر" (Little Dipper) ہے -

"گریٹ بیئر" (Great Bear) یا دُب اکبر کے دو ستارے قطب تارے کی سمت میں سیدھ میں ہیں - اس "گریٹ بیئر" کو "گریٹ ڈپر"[2] بعض اوقات کہا جاتا ہے اور بعض اوقات "پلو"[3] (ہل) - یہ دونوں نمایندے دستے کے مقابل والے سرے پر ہوتے ہیں - دُب اکبر میں آخری ستارہ سے پہلا ستارہ ضتا دُب اکبر (Ursæ Majoris) یا میزر (Mizar) ہے - جب قطب تارا میزر (Mizar) کے انتصاباً اوپر ہوتا ہے تو اس وقت یہ تقریباً نصف النہار پر ہوتا ہے -

---

[1] ایک ستارہ بحالت ابتعاد اُس وقت کہا جاتا ہے جب کہ میلی دائرہ کا مستوی جو ستارہ میں سے گزرتا ہے اور انتصابی دائرہ کا مستوی جو ستارہ میں سے گزرتا ہے ایک دوسرے سے زاویہ قائمہ بنائیں -

[2] Great Dipper        [3] Plough

اس قطب تارے کا قطبی بُعد اس زمانہ میں تقریباً ۱ درجہ ۷. دقیقے ہے ۔ یہ فاصلہ ½ منٹ فی سال گھٹیگا یہاں تک کہ قطب تارا ۳۰ منٹ قطب سے رہ جاتا ہے اور پھر یہ بڑھنا شروع ہو جائیگا ۔

جب ہم یہ کہتے ہیں کہ قطب تارے کا شمالی قطبی فاصلہ ۱° ۷َ. ہے تو اس کا شمالی قطبی فاصلہ ۱° ۷َ. خطِ استوا پر ہوگا یعنی ۱° ۷َ. کا زاویہ نصف النہار کے ساتھ صرف خطِ استوا پر ہو سکتا ہے یا صفر درجہ عرض بلد پر جب کہ سمت الراس اور سماوی استوا ایک دوسرے پر منطبق ہو جاتے ہیں ۔ مشاہد جب شمال کی طرف سیدھا جاتا ہے تو اس کا نقطہ سمت الراس قطب کے نزدیک ہوتا جاتا ہے اور ستارے کا شمالی قطبی فاصلہ (ش ق ف) گو مستقل رہتا ہے تاہم ابتعاد کے وقت ستارے اور قطب کا درمیانی زاویہ سمت الراس پر بڑھ جاتا ہے ۔ ۴۰° عرض بلد شمالی پر یہ ۱° ۲۲َ ۳ً کے مساوی ہوگا یعنی

$$\text{جب ستارہ کی جہت} = \frac{\text{جب ش ق ف}}{\text{جم عرض بلد}} \quad \text{اس لیے کہ}$$

$$\frac{\text{جب ق س شَ}}{\text{جب س شَ ق}} = \frac{\text{جب ق شَ}}{\text{جب س ق}} \quad \text{اور س شَ ق} = ۹۰° \text{ اور}$$

س ق = ۹۰° - ل - اس وجہ سے عرض بلد کی درستی حسابی عمل میں داخل ہو جاتی ہے ۔

مستدیر حصص کے نیپیر کے قواعد کو دیکھنے سے (نقرہ ۶۱) جب کہ زاویہ شَ پر یعنی شخص پر ۹۰° ہے ہم کو ذیل کی رقومات حاصل ہوتی ہیں:-

$$\text{جب سْ} = \text{جم} \left(\frac{\pi}{۲} - \text{س}\right) \text{جم} \left(\frac{\pi}{۲} - \text{قْ}\right) = \text{جب س} \times \text{جب شْ}$$

$$\therefore \text{جب س} = \text{جب زاویہ السمت} = \frac{\text{جب ش ق ف}}{\text{جب عرض التمام}}$$

$$= \frac{\text{جب ش ق ف}}{\text{جم عرض بلد}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (۱)$$

N = ش	O = شَ

(۸۷)

علاوہ ازیں جب $(\frac{\pi}{2}$ - ش $)$ = جم ق × جم س

∴ جم ق = جب ارتفاع = $\frac{\text{جم ش}}{\text{جم س}}$ = $\frac{\text{جب عرض بلد}}{\text{جم ش ق ف}}$ ....(۴)

اور جب $(\frac{\pi}{2}$ = ق$)$ = جم ق = جم اُفقی زاویہ = مس $(\frac{\pi}{2}$ - ش$)$ مس س

= مس عرض بلد × مس ش ق ف ........ (۳)

اور اس طرح ہم کو گرد قطبی ستارہ کا زاویۂ وقت اور ارتفاع معلوم ہو جاتا ہے جب کہ وہ اپنے مشرقی یا مغربی ابتعاد پر ہو۔ جو ارتفاع اس طرح معلوم ہوتا ہے وہ حقیقی ارتفاع ہوتا ہے بغیر انعطاف کی درستی کے۔

مثال - ۱۱ نومبر ۱۹۱۵ء کو ذیل کے اجزا دیے گئے تھے:-

| | عا التنین (مغ) | ضا التنین (مغ) |
|---|---|---|
| صعود مستقیم | ۱۶ گھنٹے ۲۲ دقیقے ۴۹ ثانیہ | ۱۷ گھنٹے ۰۸ دقیقے ۳۰ ثانیے |
| ش ق ف | °۲۰ ´۱۷ ″۴۵ | °۲۴ ´۱۰ ″۵۱ |
| کوکبی وقت مقامی اوسط دوپہر | ۱۵ گھنٹے ۱۷ دقیقے ۲۰ ثانیے | ۱۵ گھنٹے ۱۷ دقیقے ۲۰ ثانیے |
| عرض بلد | °۲۹ ´۵۲ ″۰ | °۲۹ ´۵۲ ″۰ |

اس لیے جم ق، جب س اور جب ارتفاع کے ضوابط کو خیال کر کے ذیل کا حسابی عمل ضروری ہے:-

| | | |
|---|---|---|
| مس لہ | ۱̅.۷۵۹۱۰۲۲ | ۱̅.۷۵۹۱۰۲۲ |
| مس ش ق ف | ۱̅.۴۳۱۰۶۵۳ | ۱̅.۶۵۲۲۴۱۶ |
| لوک جم ق | ۱̅.۱۹۰۱۶۷۵ | ۱̅.۴۱۱۳۶۳۸ |
| + زاویۂ ساعت | ۴ گھ ´۴۷ ″۵۸ | ۵ گھ ´۰۰ ″۱۴ + |
| صعود مستقیم | ۱۶ ´۲۲ ″۴۹ | ۱۷ ´۰۸ ″۳۰ |
| مشاہدہ کا مقامی کوکبی وقت | ۲۱ ´۱۰ ″۴۷ | ۲۲ ´۰۸ ″۴۴ |
| کوکبی وقت مقامی اوسط ظہر | ۱۵ ´۱۷ ″۲۰ | ۱۵ ´۱۷ ″۲۰ |

| | | |
|---|---|---|
| کوکبی وقفہ مقامی اوسط ظہر کا | ۵' ۵۳' ۲۷" | ۶' ۵۱' ۲۴" |
| الطاء | ۰' ۰' ۵۸" | ۰' ۱' ۰۶" |
| اوسط وقت (مقامی) | ۵' ۵۲' ۲۹" | ۶' ۵۰' ۱۷" |
| درستی مستند وقت کے لیے | ۰' ۱۸' ۲۴" | ۰' ۱۸' ۲۴" |
| وقت بروئے وقت پیما | ۶ گھ ۱۰' ۵۳" | ۷ گھ ۸' ۱۴" |
| جب ش ق ف | ۱̄،۶۶۷۵۸۰۰۵ [؟] | ۱̄،۹۱۲۳۷۸۹ [؟] |
| جم لہ | ۱̄،۹۳۸۱۱۲۶ | ۱̄،۹۳۸۱۱۲۶ |
| لوک جب س | ۱̄،۷۳۷۶۸۷۹ | ۱̄،۶۷۴۲۲۶۶۳ |
| زاویہ السمت (س) | ۳۳° ۸' ۸" | ۲۸° ۱۱' ۱۴" |
| جب لہ | ۱̄،۶۹۷۲۱۴۸ | ۱̄،۶۹۷۲۱۴۸ |
| جم ش ق ف | ۱̄،۹۴۴۷۳۵۲ | ۱̄،۹۶۰۱۱۷۳ |
| لوک جب ارتفاع | ۱̄،۷۵۲۴۷۹۶ | ۱̄،۷۳۷۰۹۷۵ |
| ارتفاع | ۳۴° ۲۶' ۲۹" | ۳۳° ۷' ۵" |
| انعطاف | + ۱' ۲۳" | + ۱' ۲۸" |
| تخمینی ارتفاع بروقتِ ابتعاد | ۳۴° ۲۷' ۵۲" | ۳۳° ۶' ۳۳" |

(۸۸) مندرجہ بالا سے معلوم ہوتا ہے کہ ایک ستارہ کا ابتعاد کا وقت مستند معیاری وقت دینے والی گھڑی سے ۶ ساعت ۱۰' ۵۳" اور دوسرے ستارے کا ۷ ساعت ۸' ۱۴" ہے۔

مشاہدہ کرنے کے لیے ایک زاویہ گیر کو بہت صحت کے ساتھ کسی نشان پر (عموماً کسی حصری مقام پر) نصب کرو اور غلطیوں سے بچنے کے لیے جیسا کہ کسی پچھلے فقرہ میں ہدایت کی گئی ہے متناطیسی کمپاس کو چڑھاؤ۔ دونوں تختیوں کو آلے کے بائیں رُخ پر رکھ کر اکسر پیما کے صفر پر باندھ دو، زیرین شکنجہ کو ڈھیلا کردو یا کھول دو اور دوربین کو گھماؤ یہاں تک کہ کمپاس کی سوئی صفر درجہ ظاہر کرے۔ زیرین تختی کو شکنجہ میں کس دو۔ آلہ کا صفر درجہ کا خطاب

مقناطیسی نصف النہار کے حوالہ سے ہے۔

نشانِ حوالہ (ن ح) پر ایک قندیل قائم کرو۔ جو یا تو اگلا یا پچھلا مقام حصری ہوگا بطور ایک نشانِ حوالہ (ن-ح) کے اور راس کا زاویہ دونوں رخوں پر پڑھ لو۔ فرض کرو ایک ایسا اوسط زاویہ ۵۶° ۵۲′ ۲۰″ ہے۔ اس طور سے تم کچھ منٹ وقتِ ابتعاد سے پہلے تک دریافت کرلوگے اور ایسی صورت میں کہ تمہاری گھڑی بہت زیادہ درست نہ ہو یہ زیادہ اچھا ہے کہ کچھ دقیقوں کی گنجائش رہنے دی جائے۔ عائنین کی حالت میں انتصابی قوس کو ۳۴° ۲۶′ ۲۹″ پر ثبت کرو اور اگر تم ستارہ سے بخوبی واقف نہیں ہو تو اُفقی کسر پیما کو ۳۶۰°-۴۳° ۰۸′ پر اندازاً باندھ دو۔ ستارہ کی شناخت اب ہوسکیگی اور ابھی تک چونکہ انعطاف کے لیے ارتفاع میں ایزادی ہوئی ہے ستارہ کو دوربین میں ابھی تک چڑھنا باقی ہے اور اس لیے ستارہ ابھی تک اپنے پورے ابتعاد کو نہیں پہنچا ہے۔ اب اس کو بہت احتیاط سے دیکھتے رہو اور جونہی یہ انتصابی حالت میں تار پر چڑھتا ہوا نظر آئے (دُوربین میں یہ مشرقی ابتعاد کی طرف دکھائی دیگا) اِس کو شکنجہ میں کس دو اور اُفقی تختی کو پڑھ لو اور اگر تمہارے پاس وقت ہے تو رُخ کو پلٹ دو اور پھر توازی خطا کو رفع کرنے کے لیے شمار پڑھو۔ دس منٹ یا اس کے قریب قریب وقت کے لیے قطب تارا ابتعاد کے وقت سے پہلے اور پیچھے دس ثانیہ تک کی قوس سے زیادہ نہیں بدلتا اور اس لیے قطب تارے کی حالت میں کافی وقت دونوں رُخوں پر مشاہدہ کرنے کے لیے ہوتا ہے۔ ایسی صورت میں کہ دونوں رُخ نہیں لیے گئے ہیں ستارے اور نشانِ حوالہ کے شمار آلہ کے صرف اسی ایک رخ پر لیے جائینگے۔ اب زاویہ گیر پر اوسط زاویۂ السمت حاصل کرنے کے بعد ہم حقیقی شمال کا خط حل شدہ قیمت کو مشاہدہ شدہ قیمت سے منہا کرکے معلوم کر سکتے ہیں۔

اب نشانِ حوالہ کی مقناطیسی جہت صحیح کر لو تاکہ ن ح کا السمت معلوم ہو جائے۔
اس بات کو یاد رکھو کہ وقت اور ارتفاع، ستارے کے ابعاد کے
محل کے لیے بجز ایک اندازاً قاید کے، حسابی عمل میں نہیں آتے۔
نشانِ حوالہ کو ستارہ کے بعد مشاہدہ کیا جا سکتا ہے۔ صبح تک آلہ کو
مشاہدہ نشان کے لیے موقع پر کھڑا رہنے دینا نہ تو قرینِ مصلحت ہے اور نہ
ممکن ہی ہے، اور نشانِ حوالہ پر ایک قندیل کا مشاہدہ جب کہ نشانِ حوالہ
بہت قریب نہ ہو تمام حصری اغراض کے لیے کافی ثابت ہوتا ہے
اس حصری میں نصف منٹ تک کی صحت السمت کے لیے ضروری سمجھی
گئی ہے۔ مستدق تصحیح اس طرح کی جائے جس طرح پارہ ۱۳۱ حصہ اول میں
کی گئی ہے۔

(۸۹) **(۶۹) نصف النہار کو قطب تارے سے معلوم کرنا** — یہ طریقہ
"ٹیلرز ہینڈ بک فور سروینرز"[1] میں دیا ہوا ہے، اور اس لیے کہ کسی بحری
جنتری کی ضرورت اس میں نہیں ہوتی یہ قابلِ توجہ ہے۔ ہر ایک انجینیر کے پاس
بحری جنتری موجود بھی نہیں ہوتی۔ اور مندرجۂ ذیل جدول سے مشاہد کے عرض بلد کے
اندازاً علم سے اور مشاہدہ کے مقامی وقت کے ایک خاصے صحیح اندازے سے
صحیح نصف النہار کو دریافت کر لینا ممکن ہے۔

جدول ۱ میں قرن یعنی ماہ اپریل کی مساوی تاریخیں دی ہوئی ہیں
ان میں اوسط شمس اور قطب تارا ایک ساتھ نصف النہار پر ہوتے ہیں یعنی
قطب تارے کا ظاہری صعودِ مستقیم اور اوسط شمس کا ص۔ م دونوں ایک ہی
ہوتے ہیں۔

| سال | قرن | سال | قرن |
|---|---|---|---|
| ۱۹۲۴ | ۱۵٫۰ | ۱۹۳۰ | ۱۶٫۴ |
| ۱۹۲۵ | ۱۵٫۷ | ۱۹۳۱ | ۱۶٫۶ |
| ۱۹۲۶ | ۱۶٫۱ | ۱۹۳۲ | ۱۶٫۰ |
| ۱۹۲۷ | ۱۶٫۴ | ۱۹۳۳ | ۱۶٫۴ |
| ۱۹۲۸ | ۱۵٫۷ | ۱۹۳۴ | ۱۶٫۸ |
| ۱۹۲۹ | ۱۶٫۱ | ۱۹۳۵ | ۱۷٫۱ |

[1] Taylor's "Hand book for Surveyors"

۱۹۲۴ء میں ۱۵٫۰ قرن کے ساتھ یہ ظاہر ہوا کہ اوسط شمس اور قطب تارے ایک ساتھ نصف النہار پر ۱۵ اپریل کو ۱۲ بجے رات کے وقت (۱۴ اور ۱۵ کے درمیان) تھے۔ دوسرے یوم نصف النہار پر شمس صرف ۴ منٹ کے قریب زیادہ دیر میں بمقابلہ قطب تارے کے پہنچیگا اس حساب سے ستارے کا زاویۂ ساعت سورج کے زاویۂ ساعت سے بقدر ۳٫۹۴ دقیقے ضرب کھایا ہوا ایام کی تعداد سے بعد از قرن، زیادہ ہوگا اس میں وہ زاویہ جمع کر دینا چاہیے جو اس یوم کو شمس اور قطب تارے کے مابین ہو۔ اور اگر اس ساعتی زاویہ کو س کہیں تو جدول ۲ سے جو نیچے دی گئی ہے ہم کو وہ زاویہ حاصل ہو جاتا ہے جس کو اگر ہم جدول ۳ کی السمت قدر سے ضرب دیں تو ہم کو صحیح السمت حاصل ہو جاتا ہے۔

جدول ۲

| ساعت (وقت) | زاویہ (س) | ساعت (وقت) |
|---|---|---|
| ۰ | ۰′ | ۲۴ |
| ۱ | ۲۵′ | ۲۳ |
| ۲ | ۴۹′ | ۲۲ |
| ۳ | ۶۹′ | ۲۱ |
| ۴ | ۸۴′ | ۲۰ |
| ۵ | ۹۴′ | ۱۹ |
| ۶ | ۹۶′ | ۱۸ |
| ۷ | ۹۲′ | ۱۷ |
| ۸ | ۸۲′ | ۱۶ |
| ۹ | ۶۷′ | ۱۵ |
| ۱۰ | ۴۷′ | ۱۴ |
| ۱۱ | ۲۴′ | ۱۳ |
| ۱۲ | ۰′ | ۱۲ |

جدول ۳

| عرض بلد | ۱۹۲۰ | ۱۹۳۰ | ۱۹۳۵ |
|---|---|---|---|
| ۲۰° | ٫۷۵ | ٫۷۲ | ٫۶۹ |
| ۳۰° | ٫۸۱ | ٫۷۷ | ٫۷۳ |
| ۴۰° | ٫۹۱ | ٫۸۷ | ٫۸۲ |
| ۵۰° | ۱٫۰۹ | ۱٫۰۴ | ٫۹۹ |

(۹۰) مثال — ۷ جنوری ۱۹۲۵ء کو ۶ بجکر ۴۰ دقیقے بعد ظہر مقامی اوسط وقت (م - ا - و) پر زاویہ قطب تارے اور نشانِ حوالہ کے درمیان ۱۲۱ درجہ ۵۴ دقیقے ۰۰ ثانیہ دیکھا گیا۔ نشانِ حوالہ کا السمت کیا تھا اگر عرض بلد اس مقام کا ۲۹ درجہ ۵۲ دقیقے (ش) تھا۔

یہاں ۱۹۲۴ء کا قرن لینا چاہیے جو ۱۵٫۰۰ ہے اور ۱۴ اور ۱۵ تاریخوں کی درمیانی نصف شب سے جو یوم ۶ بجکر ۴۰ منٹ م - ا - و بعد دوپہر تک ۶ جنوری ۱۹۲۵ء تک گزرینگے ان کو لینا چاہیے۔ اس کو زیادہ سہل کرنے کی غرض سے یہ زیادہ بہتر ہوگا کہ یکم اپریل سے ماہ کی پوری تعداد ایام کسی ایک سال کی مشاہدہ کی تاریخ تک شمار کر لی جائے اور اس میں سے قرن میں جو قیمت دی گئی ہے اُس کو تفریق کرلیا جائے۔
اس خاص مثال میں ایام کی تعداد = ۳۰ + ۳۱ + ۳۰ + ۳۱ + ۳۱ + ۳۰ + ۳۱ + ۳۰ + ۳۱ + ۷۸٫۶ = ۲۸۱٫۷۸ − ۱۵٫۰۰ یوم = ۲۶۶٫۷۸ یوم اور اس حساب سے ساعتی زاویہ اوسط شمس اور قطب تارا ظاہری ص - م کے مابین بوقتِ مشاہدہ ۳٫۹۵ منٹ فی یوم کی زیادتی سے = ۲۶۶٫۷۸ یوم × ۳٫۹۴ دقیقے = ۱۷٫۵ گھنٹے۔
اس کے بعد ہم کو یہ معلوم کرنے کی ضرورت ہے کہ نصف النہار سے قطب تارے کا محل کتنے فاصلہ پر ہے اور نصف النہار کا محل معلوم ہے اس لیے کہ سورج ۶٫۶۶ گھنٹے اس سے آگے نکل گیا ہے اور اس طرح قطب تارے کا زاویہ بلحاظ نصف النہار معلوم ہے یعنی زاویہ ساعت (س) = ۱۷٫۵ + ۶٫۶۶ = ۲۴٫۱۶ = ۰٫۱۶ ساعت نصف النہار سے گزر کر (پہلے ربع میں)۔
جدول دویم سے ہم کو حاصل ہوئے ۰٫۱۶ × ۲۵ = ۴ دقیقے
جدول سویم سے عرض بلد ۲۹ درجہ ۵۲ کے لیے ۱۹۲۵ء میں ہم کو حاصل ہوا ۷۹ء (بذریعہ ادراج) ضارب کے لیے۔
لہذا قطب تارے کا السمت = ۴ × ۷۹ء = ۳٫۰۸ دقیقے مغرب

= ۳ دقیقے ۸ء۴۰ ثانیے۔

لہٰذا نشانِ حوالہ کا السمت = ۱۲۱ درجہ ۵۴′ ۰۰″ - ۳′ ۰۵″ = ۱۲۱° ۵۰′ ۵۵″

مثال ۔ قطب تارے کا السمت جب کہ ۶ ساعت ۲۸ دقیقے مقامی اوسط وقت ہے ۱۲ فروری ۱۹۲۶ء کو کیا ہوگا۔

یکم اپریل ۱۹۲۵ء سے جو یوم گذرے = ۳۰ + ۳۱ + ۳۰ + ۳۱ + ۳۱ + ۳۰ + ۳۱ + ۳۰ + ۳۱ + ۳۱ + ۱۱ء۷۸ = ۳۱۷ء۷۸ یوم اور ۱۹۲۵ء کا قرن = ۱۵ء۷۰ اس لیے ایام کی تعداد اس وقت سے کہ جب شمس اور قطب تارا نصف النہار پر تھے = ۳۱۷ء۷۸ - ۱۵ء۷۰ = ۳۰۲ء۰۸ یوم۔ اس کو ہم ۳ء۹۴ سے ضرب دیں جس سے حاصل ہوئے ۱۹ گھنٹے اور ۵۰ دقیقے۔

قطب تارے کے محل کو بہ لحاظ نصف النہار کے معلوم کرنے کے لیے ۶ گھنٹے ۲۸ دقیقے، ۱۹ گھنٹے ۵۰ دقیقے میں جمع کر دینے چاہییں جو مساوی ہوئے ۲ گھنٹے اور ۱۸ دقیقے کے۔ اس حساب سے ستارہ پہلے ربع میں (شمال کے مغرب میں) ہے اور گھنٹوں میں وقت = ۲ گھنٹے ۱۸ دقیقے ۔ جدول دوئم میں ادراج کرنے سے ہم کو حاصل ہوا زاویہ س = ۵۵′ ۰۰″ اور جدول سوئم سے تحویل کرنے سے قطب تارے کا حقیقی السمت شمال کے مغرب میں ہوا ۵۵′ × ۰ء۷۹ = ۴۳ دقیقے ۲۷ ثانیہ مغرب۔

## (۷۰) مشاہدات برائے وقت کسی ثابت ستارے یا شمس غیر نصف النہار سے

کسی ثابت ستارے کے مشاہدوں سے بہترین نتائج حاصل کرنے کے لیے یہ ضروری ہے کہ ایک ستارہ اول السموت پر منتخب کر لیا جائے اس وقت ستارہ کی ظاہر حرکت زیادہ ہوتی ہے اور اس لیے بہترین نتائج حاصل ہوتے ہیں۔ اگر مشاہدہ کنندہ کا عرض بلد ۴۰° شمال ہے تب وہ ستارے جو بحری جنتری میں دیے ہوئے ہیں ۴۰° شمالی میل کے ساتھ اول السموت

(۹۱)

پر ہونگے -

زاویہ گیر کو نصب کرو اور اس کو بہت صحیح صحیح لیول کرلو خاص کر بالائی لیول یا انتصابی قوس بالکل لیول ہو - اگر یہ لیول دُوربین پر لگا ہوا ہے تو یہ ضروری ہے کہ انتصابی قوس کو صفر درجہ پر قائم کرلیا جائے۔ اگر زاویہ گیر میں ایک عکس ڈالنے والی ٹوپی نہیں لگی ہوئی ہے تو کاغذ کی ایک پٹی تقریباً ۲ ½ انچ چوڑی لے لو اور اس کو پن کی مدد سے دُوربین کے دہانے پر ٹھیک پہنا دو اور اس کا ایک تھوڑا سا حصہ جو شخص کے عدسے پر لپیٹ کھایا ہوا ہو پھاڑ ڈالو اور تھوڑا سا حصہ رہنے دو جو گویا ایک چھوٹی سی زبان بن جائے اور جس کو پھر اندر کی طرف ۴۵ درجہ میں یا اس کے قریب قریب موڑ دیا جائے۔ ایک قندیل کی روشنی یا ایک چھوٹی سی لالٹین کی روشنی اِس مُڑی ہوئی زبان پر ڈالی جاتی ہے جو دُوربین کے اندر منعکس ہو جائیگی اور ڈیا فرام کے تاروں کو منور کردیگی اور روشنی کی زیادتی یا کمی مُڑے ہوئے کاغذ کے ٹکڑے کے زاویہ کو تبدیل کرکے یا روشنی کو کاغذ سے دور نزدیک کرکے کی جا سکتی ہے - صحیح روشنی اُس وقت سمجھنی چاہیے جب کہ تار اور ستارہ مساویانہ طور پر نمایاں ہوں - ضرورت سے زیادہ منعکس روشنی ڈالنا غلطی ہے - ستارہ کو دُوربین کے میدانِ نظر میں لانے کے لیے یہ انتظام کرو کہ لالٹین، وغیرہ، جو قریب ہوں وہ زاویہ گیر سے دُور پکڑی جائیں۔ اس کے بعد دُوربین کے اوپر کی طرف سے ستارہ کی سیدھ کرکے دیکھو اور ستارہ دوربین کے میدانِ نگاہ میں ہونا چاہیے - بعض زاویہ گیر جو بڑی ساخت کے ہوتے ہیں ان میں بندوق والی سیدھ پتّیاں* لگی ہوئی ہوتی ہیں لیکن معمولی زاویہ گیر پر تھوڑی سی مشق سے ابتدائی کام بالکل سہل ہو جائیگا۔ مشاہد کو یہ یاد رکھنا چاہیے کہ ستارہ کی حرکت کی سمت دُوربین میں اُلٹ جاتی ہے - اور یہ کہ ایک ستارہ جو بغیر عدسہ آنکھ کو روشن دکھائی دیتا ہے وہ دُوربین میں ایک روشن شخص دکھائی دیگا۔

* gun sights

مشاہد کو چاہیے کہ وہ اپنی دوربین کو کسی روشن ستارے پر لگائے[1]
اس کو ماسکہ میں لائے گویا ایک نقطہ پر لے آئے، اختلاف مناظر
کو دور کرے، اور پھر وہ کام شروع کرنے کے لیے تیار ہے۔ ستارہ
جو وہ انتخاب کرتا ہے دوربین میں میدان نظر میں لایا جاتا ہے
اپنا انتصابی لیول دیکھ لیتا ہے کہ ٹھیک ہے اور روشنی کو دیا فرام پر
ڈالتا ہے۔ اس کے بعد وہ ستارہ کو انتصابی تار کے جتنا کہ ممکن ہو
نزدیک لاتا ہے اور اگر ستارہ مشرق میں ہے تو افقی تار کے اوپر
رکھتا ہے اور اگر مغرب میں تو وہ اس کو نیچے رکھتا ہے[2]۔ معمولی
زاویہ گیر میں یہ اکثر اتفاق ہوتا ہے کہ عدسے بہ لحاظ علم المناظر صرف
مرکز کے قریب ہی ٹھیک ہوتے ہیں اس لیے آڑے تار کے میدان
کے نزدیک ہی جس قدر ممکن ہوسکے مشاہدات کرنا چاہییں۔ روشنی
کی چمک جو دوربین میں سے دکھائی دے تو اس کے یہ معنی ہوئے کہ
عدسہ گنیے میں نہیں لگا ہوا ہے اور صحیح ہونے کے لیے ستارہ کو گویا
ایک قائم نقطہ پر ماسکہ میں آنا چاہیے۔ اس کا اطمینان کر کے کہ لیول
ٹھیک ہیں وہ وقت شمار اور اندراج کنندہ کو پکار کر کہتا ہے "تیار"
اور اگر کوئی اندراج کنندہ نہیں ہے تو اس کو ثانیے گننے کے لیے اپنی
گھڑی کا امتحان کر لینا چاہیے۔ اور جہاں تک ممکن ہو صحیح "ضرب"
حاصل کرنے کی کوشش کرنی چاہیے کہ وہ جہاں تک ممکن ہو صحیح
ثانیوں کے قریب ہو جائے۔ وہ گنتی گنتا رہتا ہے یہاں تک کہ ستارہ
افقی تار پر سے عبور کر جاتا ہے اور تقاطع کو ذہن میں رکھ کر وہ گنتا
رہتا ہے اور اپنی گھڑی کو دیکھتا ہے کہ اس مدت میں کیا غلطی پیدا ہوئی

(۹۲)

[1] جو ستارے بڑی جسامت کے یا زیادہ روشن ہوں ایسے عمدہ نتائج نہیں دیتے جس قدر کہ کم جسامت والے۔
[2] وقت کے مشاہدوں میں ستارہ کو تاروں کے تقاطع پر نہیں مشاہدہ کرنا چاہیے کیونکہ شیشہ کندہ کرنے کے آلات کندہ کرنے کے وقت شیشہ کو توڑ دیتے ہیں۔

ہے - اگر اس کا پورا اطمینان نہیں ہوا تو اس کو پھر کرنا چاہیے لیکن
تھوڑی سی مشق اور تجربہ سے صرف چند ہی ثانیے گزرنے چاہییں کہ
جس میں اس کو گنتی وغیرہ گننی پڑیگی - اس طور سے شمار کی خطا جو "ضرب"
کی وجہ سے ہو وہ ناقابلِ توجہ رہ جاتی ہے -
اگر کوئی اندراج کنندہ کام پر موجود ہے تو وہ "تیار" کا حکم سنتے ہی
ثانیوں کو آواز سے گننا شروع کر دیتا ہے اور مشاہدہ کنندہ عبور کے وقت
اُس ثانیہ کو بتا دیتا ہے جس کو وہ صحیح خیال کرتا ہے کہ درج کر لیا جائے -
یہ عمل عمدہ نہیں سمجھا جاتا کہ یہ آواز دینے کو 'اب' یا 'اپ' ( up )' وغیرہ'
کہا جائے - اندراج کنندہ ثانیوں کا اندراج کرلیتا ہے اور دقیقوں کو بہت
احتیاط سے لکھ لیتا ہے ( گھڑی یا گھڑیال مشاہدہ سے پہلے اس طرح درست
کر لیا جائے کہ جس وقت دقیقے کی سوئی پورے منٹ پر آئے تو ثانیے
کی سوئی صفر ثانیہ پر ٹھیک ہو ) - غلطیاں عموماً اندراج کے وقت دقیقوں
میں ہوتی ہیں بالکل اُسی طرح جیسے کہ لیول کرنے میں اکثر فٹ غلط درج
کر لیے جاتے ہیں اس لیے کہ لیول کرنے والا اعشاریہ کے ہندسوں کو صحیح
دیکھنے میں بالکل محو ہوتا ہے - مشاہد اس کے بعد آلہ کا رُخ بدلتا ہے اور
وہی عمل پھر اُسی ترتیب سے کرتا ہے جس طرح پہلے کیا تھا - اندراج کنندہ
یہ لکھ لیتا ہے کہ ستارہ مشرق میں ہے اگر ایسا ہے تو دوسری قیمتیں ارتفاع
میں زیادہ ہونگی اور اُس کے برعکس ہوگا اگر ستارہ مغرب میں ہے -
اس کی سفارش نہیں کی جا سکتی کہ اُن مشاہدوں کو جو ستاروں پر کیے
جائیں وہ اس ستارے پر ہوں جو ۲۵ درجہ سے ارتفاع میں کم ہو
اس کی وجہ یہ ہے کہ انعطاف کی تقسیم رسدی زیادہ ہو جاتی ہے اور زیادہ
ناقابلِ اعتبار ہو جاتی ہے -
مشاہد کو اس کے بعد ایک ستارہ مغرب میں لینا چاہیے اگر
اُس کا انتخاب کردہ پہلا ستارہ مشرق میں تھا - اس سے مشاہدہ کا نصف النہار کے
ہر طرف توازن ہو جاتا ہے اور سر دیر کی اُس ذاتی خطا کا بھی ازالہ ہو جاتا

ہے جو بعض اوقات ستارہ کو اُفقی تار سے خفیف سا اوپر یا خفیف سا نیچے رکھنے سے ہو جاتی ہے۔ اس طرح پر بحری جنتری کے کسی ستارہ کا ارتفاع مشاہدہ سے حاصل ہو گیا ہے اور اس کو کسی گھنٹے یا گھڑیال سے اُس خاص تاریخ کے لیے ملا دیا گیا ہے اور یہ بیان کیا جا چکا ہے کہ کس طرح اگر عرض بلد معلوم ہو اور ستارہ کا میل بھی معلوم ہو اور اگر (انعطاف دُور کر کے) صحیح ارتفاع معلوم کر لیا گیا ہے تو کروی مثلث حل کیا جا سکتا ہے جب کہ زاویۂ ساعت معلوم ہو جائے اور دیکھو پارہ (۶۵) اس سے گھڑی کی خطا حل کی جا سکتی ہے۔

مشاہدہ کرتے وقت کام کی مندرجۂ ذیل ترتیب مناسب خیال کی گئی ہے:-

زاویہ گیر کو ترتیب کر کے قائم کرو، ستارہ کو دیکھو، ماسکہ پر لاؤ اور روشنی کو باقاعدہ کر لو، "تیار" کی آواز دو، ستارہ کا تقاطع کرو، تقاطع کے ثانیہ کی آواز دو، انتصابی قوسی کسر پیماؤں کو پڑھو (پہلے دہانے والے سرے کو) رُخ بدلو، وغیرہ، وغیرہ۔

وقت کے مشاہدوں میں اس بات کی کوئی خاص ضرورت نہیں ہے کہ آلے کو نشان پر ٹھیک مرکز پر نصب کیا جائے وجہ یہ ہے کہ مفروضہ طول بلد میں ایک خاصی بڑی خطا یا مفروضہ عرض بلد میں چھوٹی سی خطا کوئی قابل لحاظ خطا وقت کے نتائج میں پیدا نہیں کریگی۔ عرض بلد اور طول بلد اُس مقام کے مستند نقشوں سے لیے جاتے ہیں۔ یہ نقشے ایک انچ فی میل کے پیمانے سے بنائے جاتے ہیں اور آلہ کی اُفقی تختی کو کس دینے میں یا اس کو استعمال کرنے میں کوئی خاص بات نہیں ہے۔ (۹۳)

جب شمس کا مشاہدہ کیا جا رہا ہو تو بہترین طریقہ یہ ہے کہ وقت کو اُس وقت مشاہدہ کیا جائے جب ایک عضو اُفقی تار کو مس کر رہا ہو اور بغیر انتصابی زاویہ کو تبدیل کیے ہوئے وہ وقت لیا جائے جب کہ مخالف عضو تار کو چھوڑتا ہے۔ ان دونوں وقتوں کا اوسط اور خاص ایک انتصابی

زاویہ آلہ کے ایک رُخ پر ظاہرہ ارتفاع کو اور مرکز شمس کے عبور کرنے کے وقت کو ظاہر کر دینگے - ایک دوسرا طریقہ یہ ہے کہ صرف ایک ہی عضو لیا جائے اور نصف قطر کی درستی کی تقسیم رسدی کر دی جائے - بہر صورت خطِ توازی کی خطا کی وجہ سے مشاہدات دونوں رُخوں پر کرنے چاہییں -

مثال ۱ - وقت کے مشاہدات ٹی - اینڈ ایس - ۶ انچ زاویہ گیر[1] سے ساتھ عرض بلد ۴۸ ۳۰ ۲۳ طول بلد ۳۲ ۴۲ ۵۵ مشرق - تاریخ ۱۷ مئی سنہ ۱۹۰۸ء قلب پیا کو ۸۲ درجہ ۳۰ مشرقی طول بلد کے معیاری وقت کے ساتھ ٹھیک کیا گیا ہے -

| رُخ | شخص مشرق یا مغرب | انتصابی زاویے (ا) | | | (ب) | | اوسط | | | اوسط کلی | | | وقت | | | وقت کا اوسط | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ° | ' | " | ' | " | ° | ' | " | ° | ' | " | س | دق | ثانیہ | س | دق | ثانیہ |
| د | شعری شامی مغ | ۲۴ | ۴۸ | ۴۰ | ۴۸ | ۴۰ | ۲۴ | ۴۸ | ۴۰ | | | | ۸ | ۵۹ | ۲۴ | | | |
| ب | = | ۲۴ | ۰۰ | ۴۰ | ۰۰ | ۴۰ | ۲۴ | ۰۰ | ۴۰ | ۲۴ | ۳۹ | ۰۳ | ۹ | ۰۲ | ۵۲ | | | |
| ب | = | ۲۴ | ۰۹ | ۴۰ | ۰۹ | ۲۰ | ۲۳ | ۰۹ | ۳۰ | | | | ۹ | ۰۶ | ۰۷ | ۹ | ۰۴ | ۱۶ |
| د | = | ۲۴ | ۳۷ | ۰۰ | ۳۷ | ۴۰ | ۲۴ | ۳۷ | ۴۰ | | | | ۹ | ۰۸ | ۳۱ | | | |
| د | عہ عوفیوشی مشق | ۲۴ | ۳۱ | ۴۰ | ۳۲ | ۲۰ | ۲۴ | ۳۲ | ۰۰ | | | | ۱۰ | ۰۰ | ۲۷ | | | |
| ب | = | ۲۵ | ۲۵ | ۴۰ | ۲۶ | ۰ | ۲۵ | ۵۴ | ۵۰ | ۲۵ | ۴۱ | ۳۹ | ۱۰ | ۰۴ | ۰۱ | ۱۰ | ۰۵ | ۱۷ |
| ب | = | ۲۵ | ۵۵ | ۴۰ | ۵۵ | ۵۰ | ۲۵ | ۵۵ | ۴۵ | | | | ۱۰ | ۰۹ | ۰۸ | | | |
| د | = | ۲۶ | ۵۲ | ۰۰ | ۵۳ | ۰۰ | ۲۶ | ۵۳ | ۰۰ | | | | ۱۰ | ۱۰ | ۳۰ | | | |

مثال دوم - وقت کے مشاہدات ٹی اینڈ ایس ۲ - انچ والے زاویہ گیر سے بمقام رڑکی اکتوبر ۳۰ سنہ ۱۹۲۳ء میں کیے گئے عرض بلد ۲۹ ۵۲ ۰۰ - طول بلد ۷۷ ۵۳ مشرق وقت پیما کا معیاری وقت تھا یعنی ۱۸ منٹ ۵ء۴۴ ثانیہ مقامی اوسط وقت سے آگے تھا -

| رُخ | شخص | (ا) | | | (ب) | | اوسط | | | اوسط کلی | | | وقت | | | وقت کا اوسط | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ° | ' | " | ' | " | ° | ' | " | ° | ' | " | س | دق | ثانیہ | س | دق | ثانیہ |
| ب | عہ عوفیوشی مغ | ۴۳ | ۲۰ | ۴۰ | ۲۱ | ۴۰ | ۴۳ | ۲۰ | ۵۰ | | | | ۶ | ۳۶ | ۱۱ | | | |
| د | = | ۴۱ | ۴۷ | ۴۰ | ۴۶ | ۵۰ | ۴۲ | ۱۲ | ۴۵ | ۴۱ | ۵۵ | ۱۱ | ۶ | ۳۱ | ۳۲ | ۶ | ۴۳ | ۵۲ |
| د | = | ۴۱ | ۳۵ | ۵۰ | ۳۷ | ۱۰ | ۴۱ | ۲۳ | ۳۰ | | | | ۶ | ۳۵ | ۱۸ | | | |
| ب | = | ۴۰ | ۴۲ | ۲۰ | ۴۴ | ۰۰ | ۴۰ | ۴۳ | ۴۰ | | | | ۶ | ۳۸ | ۲۷ | | | |
| ب | عہ اللہ دمید اشٹ | ۴۹ | ۱۰ | ۴۰ | ۰۲ | ۲۰ | ۴۹ | ۰۱ | ۳۰ | | | | ۶ | ۴۲ | ۰۷ | | | |
| ب | = | ۴۹ | ۴۰ | ۲۰ | ۴۰ | ۴۰ | ۴۹ | ۳۰ | ۳۰ | ۴۹ | ۵۴ | ۳۰ | ۶ | ۴۴ | ۲۳ | ۶ | ۴۶ | ۱۵ |
| د | = | ۱۲۹ | ۴۸ | ۴۰ | ۴۸ | ۳۰ | ۵۰ | ۱۱ | ۳۰ | | | | ۶ | ۴۷ | ۳۵ | | | |
| د | = | ۱۲۹ | ۰۵ | ۵۰ | ۰۵ | ۱۰ | ۵۰ | ۵۴ | ۳۰ | | | | ۶ | ۵۰ | ۵۵ | | | |

[1] مرأۃ المسلسلہ

(۹۴)

# وقت کا حسابی عمل

مثال اوّل — مثال دوئم

| مقامہ | پونہ | | | پونہ | | | رڑکی | | | رڑکی | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| تاریخ ہیئتی | یوم ۱۷ | ماہ ۵ | سنہ ۰۷ | یوم ۱۷ | ماہ ۵ | سنہ ۰۷ | ۳۰ | ۱۰ | ۲۳ | ۳۰ | ۱۰ | ۲۳ |
| طول بلد<br>شمس مش یا مغ | ۷۳° | ۵۳′ | ۰۶″ | ۷۳° | ۵۳′ | ۰۶″ | ۷۷° | ۵۳′ | مشرق | ۷۷° | ۵۳′ | تا مشرق |
| | شمس شمالی مغ | | | عہ | عیوفیوشی | مش | عہ | عیوفیوشی | (مغرب) | عہ | اندرومیدا مش | |
| اوسط مشاہدہ شدہ راسی فاصلہ<br>انعطاف - اختلاف منظر | ۶۶°<br>+ | ۲۰′<br>۲ | ۵۷″<br>۱۳ | ۶۴<br>+ | ۱۸<br>۲ | ۲۱<br>۰۰ | ۴۸<br>۰۰۰ | ۰۴<br>۱ | ۴۹<br>۰۵ | ۴۰<br>۰۰ | ۰۵<br>۰۰۰ | ۳۰<br>۴۹ |
| درست شدہ راسی فاصلہ = ق<br>عرض، ق، ف = س<br>عرض التمام = ش | ۶۶<br>۸۴<br>۷۱ | ۲۳<br>۳۲<br>۲۹ | ۱۰<br>۲۰<br>۳۷ | ۶۴<br>۷۷<br>۷۱ | ۲۰<br>۲۲<br>۲۹ | ۲۱<br>۲۵<br>۳۷ | ۴۸<br>۷۷<br>۶۰ | ۰۵<br>۲۲<br>۰۸ | ۵۴<br>۵۰<br>۰۰ | ۴۰<br>۶۱<br>۶۰ | ۰۶<br>۱۹<br>۰۸ | ۱۹<br>۴۰<br>۰۰ |
| مجموعہ = ۲ ز | ۲۲۲ | ۲۵ | ۰۷ | ۲۱۳ | ۱۲ | ۲۳ | ۱۸۵ | ۳۶ | ۴۴ | ۱۶۱ | ۳۳ | ۵۹ |
| نصف مجموعہ = ز | ۱۱۱ | ۱۲ | ۳۴ | ۱۰۶ | ۳۶ | ۱۲ | ۹۲ | ۴۸ | ۲۲ | ۲۲ | ۴۶ | ۵۹ |
| ز - ق<br>ز - س<br>ز - ش | ۴۴<br>۲۶<br>۳۹ | ۴۹<br>۴۰<br>۴۲ | ۲۴<br>۱۴<br>۵۷ | ۴۲<br>۲۹<br>۳۵ | ۱۵<br>۱۳<br>۰۶ | ۵۱<br>۴۷<br>۳۵ | ۴۴<br>۱۵<br>۳۲ | ۴۲<br>۲۵<br>۴۰ | ۲۸<br>۳۲<br>۲۲ | ۴۰<br>۱۹<br>۲۰ | ۴۰<br>۲۷<br>۳۸ | ۴۰<br>۱۹<br>۵۹ |
| لوک قاطع التمام ز<br>لوک جیب (ز - ق)<br>لوک جیب (ز - س)<br>لوک جیب (ز - ش) | ۰<br>۰<br>$\bar{1}$<br>$\bar{1}$ | ۰۳۰<br>۱۵۱<br>۹۵۲<br>۸۰۵ | ۴۶۱۰<br>۸۵۸۰<br>۱۱۰۷<br>۴۸۷۵ | ۰<br>۰<br>$\bar{1}$<br>$\bar{1}$ | ۰۱۸<br>۱۷۲<br>۹۸۸<br>۷۵۹ | ۴۹۵۸<br>۲۷۵۵<br>۶۹۷۸<br>۷۷۶۶ | ۰<br>۰<br>۹<br>۹ | ۰۰۰<br>۱۵۲<br>۴۲۴<br>۷۳۲ | ۵۲۱۱<br>۷۴۱۳<br>۸۵۹۰<br>۲۶۵۴ | ۰<br>۰<br>۹<br>۹ | ۰۰۵<br>۱۸۵<br>۵۲۲<br>۵۴۷ | ۶۴۳۷<br>۸۸۲۸<br>۵۳۶۸<br>۳۴۸۶ |
| مجموعہ = لوک مس² ½ و | $\bar{1}$ | ۹۳۹ | ۹۱۷۳ | $\bar{1}$ | ۹۳۹ | ۴۴۵۷ | ۱۹ | ۳۱۰ | ۳۸۶۸ | ۱۹ | ۲۶۱ | ۴۱۱۹ |
| مس ½ و | $\bar{1}$ | ۸۱۹ | ۹۵۸۷ | $\bar{1}$ | ۸۱۹ | ۶۲۲۹ | ۹ | ۶۵۵ | ۱۹۳۴ | ۹ | ۶۳۰ | ۷۰۵۹ |
| (قوس) ½ و<br>(وقت) ½ و | ۳۳°<br>۲ | ۲۴′<br>۱۴ | ۰۹″٫۰<br>۴۸٫۰ | ۳۳°<br>۲ | ۲۵<br>۱۳ | ۳۶٫۵<br>۴۳٫۱ | ۲۴°<br>۱ | ۱۹<br>۳۷ | ۳۳<br>۱۸٫۲ | ۲۳°<br>۱ | ۰۸′<br>۳۲ | ۱۹″<br>۳۲٫۶ |
| زاویہ ساعت یا و وقتیں[۱]<br>* کاص یم یا ☉ کی مساوات وقت | س<br>۴<br>۷ | دق<br>۲۷<br>۳۴ | ثانیہ<br>۳۶<br>۲۵٫۴ | س<br>−۴<br>۱۷ | دقیقہ<br>۲۷<br>۳۰ | ثانیہ<br>۲۶٫۲<br>۳۸٫۳ | س<br>+۳<br>+۱۷ | دق<br>۱۴<br>۳۱ | ثانیہ<br>۳۶٫۴<br>۲۲٫۵ | س<br>−۳<br>+۰ | دق<br>۰۵<br>۰۴ | ثانیہ<br>۰۵٫۲<br>۲۷٫۸ |
| صرف ستاروں کے لیے { مقامی ک ـ و مشاہدہ کا<br>ت ـ و مقامی اوسط ظہر | ۱۲<br>−۳ | ۰۲<br>۴۵ | ۰۱٫۴<br>۱۹٫۹ | ۱۳<br>−۳ | ۰۳<br>۳۵ | ۱۲٫۱<br>۱۹٫۹! | ۲۰<br>۱۴ | ۴۵<br>۳۰ | ۵۸٫۹<br>۱۵٫۶ | ۲۰<br>۱۴ | ۵۹<br>۳۰ | ۲۲٫۶<br>۱۵٫۶ |
| ک وقفہ وقت<br>ابطار | ۸<br>— | ۲۹<br>۰۱ | ۴۱٫۵<br>۲۳ | ۹<br>— | ۲۷<br>۰۱ | ۵۲٫۲<br>۲۳٫۰ | ۶<br>— | ۱۵<br>۱ | ۴۳٫۲<br>۰۱٫۴ | ۶<br>— | ۲۹<br>۱ | ۰۷٫۰<br>۰۳٫۶ |
| حقیقی اوسط وقت مشاہدہ کا<br>وقت پیما "وقت" | ۸<br>۹ | ۲۵<br>۰۴ | ۱۸٫۵<br>۱۶ | ۹<br>۱۰ | ۲۶<br>۰۵ | ۱۹٫۲<br>۱۷٫۰ | ۶<br>۶ | ۱۴<br>۳۲ | ۴۱٫۹<br>۵۲ | ۶<br>۶ | ۲۸<br>۴۶ | ۰۳٫۴<br>۱۵ |
| وقت پیما کی خطا | + | ۳۸ | ۵۷٫۵ | + | ۳۸ | ۵۷٫۸ | — | ۱۸ | ۱۰٫۱ | — | ۱۸ | ۱۱٫۶ |

مثال ۲ ـ شمس کے بالائی اور زیرین اعضا کا ارتفاع مشاہدہ کیا گیا

[۱] و $\bar{1}$ ہوتا ہے جب ستارہ مشرق/مغرب میں نصف النہار سے ہو اور ظاہر وقت ۱۲ س - و اگر سورج نصف النہار کے مشرق میں ہو۔

ہے۔ طول بلد ۰° ، ۳ ۵۳ تپش پیما ۰° ف ۔ بار پیما ۲۸٫۸۵ انچ۔ دیوانی تاریخ ۵۔۱۔۱۴ ۔ قبل ظہر۔

مشاہدہ اس طرح کیا گیا تھا جیسا کہ ذیل میں درج ہے:۔شمس چونکہ (۹۵)
طلوع ہو رہا تھا پہلے اس کے بالائی عضو کے عبور کا وقت مروری زاویہ گیر کے افقی تار پر سے درج کر لیا گیا تھا اور پھر اس کے زیرین عضو کے عبور کا وقت۔ ارتفاع اُسی وقت پڑھا گیا تھا پس یہی ارتفاع مرکز شمس کا ہوا جو ان دونوں مشاہدہ کیے ہوئے وقتوں کی اوسط ہوئی۔

جو ارتفاع یہاں دیے ہوئے ہیں وہ دو مشاہدوں کی اوسط ہیں اور وقت چار مشاہدوں کی اوسط۔ اِس مثال کا عمل مشق کے لیے چھوڑ دیا گیا ہے۔

پہلا حُجت شمس کا مشاہدہ شدہ ارتفاع مرکز کا = ۲۴° ۲۸′ ۴″ وقت ۱۱س ۱۵ دقیقے ۳۵٫۱ ثانیہ۔

دوسرا حُجت شمس کا مشاہدہ شدہ ارتفاع مرکز کا = ۲۵° ۲۶′ ۱۵″ وقت = ۱۱س ۲۹ دقیقے ۲۳٫۵ ثانیہ۔

مَیل شمس اِس تاریخ اور وقت کے لیے = لہ ۲۹ درجہ ۵۲ دقیقے گھڑی یا گھڑیال کا معیاری وقت ۸۲ درجہ ۳۰ مشرقی طول بلد کے لیے تھا اس لیے ۱۸ دقیقہ ۲۴٫۵ ثانیہ گھڑی کی حقیقی خطا کو نکالتے وقت مندرجۂ بالا وقت میں سے تفریق کر دینے چاہییں
د وقت کے شماروں میں حقیقی زاویہ کو جو ظاہری وقت والے ظہر کے مشرق میں ہو ظاہر کرتا ہے یا شمسی وقت ۱۲ ساعت منفی ۱ ساعت ۱۴ دقیقے ۲۹٫۴ ثانیہ قبل دوپہر = ۱۰ ساعت ۴۵ دقیقے ۳۰٫۶ ثانیہ قبل ظہر ۵ جنوری کو اور جو ۴ جنوری کو مقام مشاہدہ پر یہی وقت ہوتا ہے = ۲۲ ساعت ۴۵ دقیقے ۳۰٫۶ ثانیہ کے یا تقریباً $\frac{3}{4}$ ۲۲ ساعت ۔ $\frac{1}{4}$ ۵ ساعت (فرق طول بلد مش گرینچ) = $\frac{1}{2}$ ۱۷ ساعت گرینچ پر، بتاریخ ۴ جنوری ۔ گرینچ پر مساوات وقت ۴ جنوری کو برابر ہے ۴ دقیقے ۱۵٫۵ ثانیہ کے جن کو جمع کرنا چاہیے تغیر فی ساعت ۴۵۱ ،

ثانیہ کی ایزادی ہے اس لیے نتیجہ برابر ہے ۵ دقیقے ۱۱ء ۱۱ ثانیے کے جو ظاہری وقت میں جمع ہونا چاہیے تاکہ اوسط وقت حاصل ہو۔

سماوی شخصوں کے مشاہدوں کے لیے مندرجۂ ذیل امور کا یاد رکھنا ضروری ہے:-

(۱) مقروات آلہ کے دونوں رُخوں پر لیے جاتے ہیں تاکہ آلہ کی خطائیں درست ہو جائیں۔

(۲) دو جداگانہ مشاہدے غلطیوں کو دُور کرنے کے لیے۔

(۳) ایک شرقی اور ایک غربی ستارہ کا مشاہدہ کرنا تاکہ مشاہد کی ذاتی خطا جو ستاروں کے تار پر تقاطع کے مشاہدہ کے باعث ہو زائل ہو جائے۔

(۴) مساوی السمت ستاروں کو منتخب کیا جاتا ہے تاکہ وہ خطا جو مفروضہ عرض بلد میں اگر صحیح عرض بلد معلوم نہیں ہے موجود ہو تو وہ درست ہو جائے یا اس کے متضاد عمل ہو جائے۔

(۵) مساوی ارتفاع کے ستاروں کا مشاہدہ انعطاف کو زائل کرنے کے لیے۔

(۷) عرض بلد —— جب قطب تارا اپنے بالائی مرور پر ہو اور اس کا ارتفاع انعطاف کے لیے درست کر دیا جائے تو اس وقت اس کے ش ق ف کو ارتفاع حاصل شدہ سے تفریق کرنے سے اُس جگہ کا عرض بلد معلوم ہو جاتا ہے اور اسی طرح ش ق ف کو زیرین مرور کے درست شدہ ارتفاع میں جمع کر دینے سے اُس مقام کا عرض بلد معلوم ہو جاتا ہے اور اس ہی کی بنا پر ہم کو یہ قاعدہ حاصل ہو جاتا ہے کہ کسی جگہ کا عرض بلد ایک گرد قطبی ستارے کے درست شدہ ارتفاعوں کا جو بالائی اور زیرین اَوجوں یا مروروں پر مشاہدہ کیے جائیں اوسط ہوتا ہے۔ (۹۹)

قطب تارہ کا غیر نصف النہار مشاہدہ کرنا اور پھر اس کے نتائج کے لیے حسابی عمل کرنا دو طریقوں سے ہو سکتا ہے۔ ایک طریقہ ضابطہ کا ہے اور دوسرا بحری جنتری میں دی ہوئی جداول سے حل کرنے کا ہے۔

دونوں کا بیان یہاں کیا جاتا ہے۔

**ضابطہ سے** — یہ کسی اور جگہ دیا جا چکا ہے کہ

جم قَ = جم شَ × جم سَ + جب سَ × جب شَ × جم ق ....(۲)

اس میں ق زاویۂ ساعت ہے یعنی و اور اگر ا = ارتفاع اور فہ عرض بلد اور قَ = ش ق فَ = سَ ہمارے لیے یہ ضابطہ ہے۔

جب ا = جب فہ × جم قَ + جم فہ × جب قَ × جم و ......۲ (ا)

و زاویۂ ساعت اور ا ارتفاع مشاہدہ سے حاصل کیے جاتے ہیں اور فہ مطلوبہ عرض بلد ہے۔ اب چونکہ ش ق ف یعنی قَ کی قیمت کم ہے (موجودہ حالت میں ۱°۰ سے کم) ہم فہ کا انکشاف قَ کی صعودی ترتیب کی طاقتوں کے سلسلہ میں ظاہر کر سکتے ہیں اور پھر اس میں جس حد تک صحت کی ضرورت ہو اتنی ہی رقمیں لے کر حاصل ہو سکتی ہے۔ ارتفاع اور عرض بلد کا فرق قَ سے زیادہ نہیں ہو سکتا اس لیے اگر ہم فہ = ا - لا رکھ لیں تو لا ایک خفیف سی درستی اسی مقدار کی ترتیب میں ہوگی جیسے کہ قَ اور ہم کو ٹیلر[۱] اور میکلورن[۲] کے نظریوں سے حاصل ہوا:-

جب فہ = جب (ا - لا) = جب ا - لا جم ا - ۱/۲ لا۲ جب ا + ۱/۶ لا۳ جم ا + وغیرہ

جم فہ = جم (ا - لا) = جم ا + لا جب ا - ۱/۲ لا۲ جم ا - ۱/۶ لا۳ جب ا + وغیرہ

جب قَ = قَ - ۱/۶ قَ۳ + وغیرہ اور جم قَ = ۱ - ۱/۲ قَ۲ + وغیرہ

ان قیمتوں کو مساوات ۲ (ا) میں تبدیل کرنے سے ہم کو حاصل ہوا۔

جب ا = [جب ا - لا جم ا - لا۲/۲ × جب ا + وغیرہ] × [۱ - قَ۲/۲ + وغیرہ] +
[جم ا + لا جب ا - لا۲/۲ جم ا - لا۳/۶ جب ا + وغیرہ] [قَ - قَ۳/۶ + وغیرہ] . جم و
= جب ا - لا جم ا - لا۲/۲ جب ا - قَ۲/۲ جب ا + قَ . جم ا جم و
+ لا قَ جب ا جم و + وغیرہ یا جب ا = جب ا - لا جم ا + قَ . جم و
× جم ا - ۱/۲ (لا۲ - ۲ لا قَ . جم و + قَ۲) جب ا + وغیرہ

---

[۱] Taylor,		[۲] Maclaurin

تب لا جم ا = تَن جم و جم ا - ½ (لاَ - ۲ لا تَن جم و + تَن^۲) جب ا + وغیرہ
اور لا = تَن جم و - ½ (لاَ - ۲ لا تَن جم و + تَن^۲) مس ا + وغیرہ ... (ا)
پہلی تقریبی قیمت کے لیے ہم لیتے ہیں لا = تَن جم و اور اس کو مساوات (ا) میں تبدیل کرنے سے اور لا اور تَن کی تیسرے درجہ کی طاقتوں کو نظر انداز کرنے سے ہم کو دوسرا تقرب حاصل ہوا :-

لا = تَن جم و - ½ (تَن^۲ جم^۲ و - ۲ تَن^۲ جم^۲ و + تَن^۲) مس ا + ....
= تَن جم و - ½ (-تَن^۲ جم^۲ و + تَن^۲) مس ا ........
= تَن جم و + ½ تَن^۲ (جم^۲ و - ۱) مس ا = تَن جم و + ½ تَن^۲ × جب^۲ و مس ا
= تَن جم و - ½ تَن^۲ جب^۲ و مس ا

اور اب اس جملہ سے زیادہ آگے جانے کی ضرورت نہیں ہے کیونکہ ایک تاخیتیک کے ارتفاع کے لیے یہ کافی ہے اور چونکہ زاویہ تعدودپیمانہ میں ہونا چاہیے
لا = تَن جم و - ½ تَن جب اً جب^۲ و مس ا یا نہ = ا - تَن جم و + ½ تَن جب اً جب ا و مس ا -

(۹۷) اگر ہم مساوات کے پہلے حصہ کو بغیر خفیف درستی کے لیں تو ہم کو حاصل ہوا لا = تَن جم و یا جم د = لا/تَن اور دیکھو شکل
جب (۹۰ - و) = لا/تَن = لا/تش تَن ف
اور قطب کا ارتفاع معلوم کرنے کے لیے جب کر وہ ! اور یہ ربع میں ہو ضابطہ ہوگا (ا - لا) اور ربع ۲ اور ۳ کے لیے = ا + لا - اس سے معلوم عرض بلد میں ½ تَن جب اً × جب^۲ و × مس ا خفیف سی تقسیم رسدی جمع کرنے سے معلوم ہو جاتا ہے -

جیسا کہ پہلے واضح کیا جا چکا ہے زاویہ ساعت ایک قوس ہوتی ہے پس پہلے یہ ضروری ہے کہ ز، س کو وقت میں معلوم کیا جائے قبل اس کے کہ حسابی عمل کیا جائے اور ز، س معلوم کرنے کے لیے ہم کو پہلے مشاہدہ کا مقامی کوکبی وقت معلوم کرنا چاہیے اور اس میں سے ص - م منہا کرنا چاہیے (دیکھو شکل اندازاً تقرب کے لیے)۔

اگر و قوس کی شکل میں دوسرے یا تیسرے ربع میں ہو تو پھر ق ن جم و کی علامت مخالف ہوگی لیکن $\frac{1}{2}$ ق ن جب اَ جب$^2$ و مس ا ہمیشہ جمع ہی ہوتا ہے۔

## عرض بلد قطب تارے سے

پیمائش بیاض — بار پیما ۲۸۵۵ — حرارت پیما ۶۹° — بتاریخ ۱۶ — ۵ — ۲۲ ۱۹ء

| رخ | شخص مشرق یا مغرب | انتہائی ارتفاع زاویے ا ° | ا ′ | ا ′ | ا ′ | ب | ب | اوسط | اوسط | عام اوسط ° | عام اوسط ′ | عام اوسط ″ | وقت ساعت | وقت دقیقے | وقت ثانیے | وقت کا اوسط ساعت | دقیقے | ثانیے |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| د | قطب تارہ | ١٧ | ٢٢ | ٢٠ | ٢١ | ٥٠ | ١٨ | ٢٢ | ٠٥ | | | | ٩ | ١٣ | ٢٩ | | | |
| ب | (عمود بالمغرب) | ١٧ | ٢٥ | ٤٠ | ٢٥ | ٥٠ | ١٧ | ٢٥ | ٢٥ | ١٧ | ٢٣ | ٣٩ | ٩ | ٢١ | ٥١ | ٩ | ٢٢ | ٣٣ |
| ب | | ١٧ | ٢٥ | ٣٠ | ٢٥ | ٣٠ | ١٧ | ٢٥ | ٢٥ | | | | ٩ | ٢٥ | ٣٥ | | | |
| د | | ١٧ | ٢١ | ٣٠ | ٢١ | ٢٠ | ١٧ | ٢١ | ٣٠ | | | | ٩ | ٢٩ | ٢١ | | | |
| د | | ٢٣ | ٠٢ | ٤٠ | ٠٣ | ٠٠ | ٢٣ | ٠٢ | ٥٠ | | | | ٩ | ٣٢ | ٥١ | | | |
| ب | جہ قنطورس | ٢٣ | ٠٦ | ٢٠ | ٠٧ | ٠٠ | ٢٣ | ٠٦ | ٤٠ | | | | ٩ | ٣٧ | ١٢ | | | |
| ب | | ٢٣ | ٠٧ | ٠٠ | ٠٦ | ٤٠ | ٢٣ | ٠٦ | ٥٠ | | | | ٩ | ٤٠ | ٥١ | | | |
| د | | ٢٣ | ٠٣ | ٠٠ | ٠٢ | ٤٠ | ٢٣ | ٠٢ | ٥٠ | ٢٣ | ٠٢ | ٥٠ | ٩ | ٣٥ | ٠٧ | ٩ | ٣٦ | ٠٠ |
| د | | ٢٣ | ٠١ | ٤٠ | ٠٢ | ٠٠ | ٢٣ | ٠١ | ٥٠ | | | | ٩ | ٤٨ | ٠٩ | | | |
| ب | | ٢٣ | ٠٣ | ٢٠ | ٠٣ | ٢٠ | ٢٣ | ٠٣ | ٠٠ | | | | ٩ | ٥٠ | ٥٣ | | | |
| ب | | ٢٣ | ٠١ | ٠٠ | ٠١ | ٢٠ | ٢٣ | ٠١ | ١٠ | | | | ٩ | ٥٣ | ٥٤ | | | |
| د | | ٢٢ | ٥٧ | ٥٠ | ٥٧ | ١٠ | ٢٢ | ٥٧ | ٣٠ | | | | ٩ | ٥٦ | ٠٥ | | | |

[1] مثال اول سے حسابی عمل کا مقابلہ کر دیا حسابی عمل وقت کے لیے ہے اس میں مشاہدات مندرجہ بالا مشاہدہ سے پہلے اور بعد کو لیے گئے تھے ان کی غرض گھڑی یا گھڑیاں کی خطا کو حاصل کرنا تھا۔

(۹۸)

عرض بلد کے لیے حسابی عمل مندرجہ بالا ضابطہ سے ۔

| | | ساعت | دقیقے | ثانیے |
|---|---|---|---|---|
| گھڑی کے وقتوں کا اوسط | = | ۹ | ۲۲ | ۳۴ |
| وقت پیا خطاء (دیکھو مثال ۱ صفحہ ۱۵۶) { مقامی اوسط وقت کے لیے نہ کہ معیاری وقت کے لیے } | = | ۰ | ۳۸ | ۵۸ |
| مشاہدہ کا حقیقی مقامی اوسط وقت | = | ۸ | ۴۳ | ۳۶ |
| اسراع | = | ۰ | ۱ | ۲۶ |
| کوکبی وقفہ وقت م - ا و - ظ | | ۸ | ۴۵ | ۰۲ |
| کوکبی وقت م - ا و - ظ پر [1] | | ۳ | ۳۵ | ۱۹،۹ |
| مشاہدہ کا کوکبی وقت (یعنی وہ وقت جو راس الحمل کے نصف النہار کے عبور کے بعد سے گذرا) | = | ۱۲ | ۲۰ | ۲۱،۹ |

(دیکھو شکل ۲۲)

عرض بلد = ا - ق. جم و + ½ ق۲ جب ۱ جب۲ و س ا

| | | ساعت | دقیقے | ثانیے |
|---|---|---|---|---|
| مشاہدہ کا کوکبی وقت | = | ۱۲ | ۲۰ | ۲۱،۹ |
| ستارہ کا ص - م | = | ۱ | ۲۴ | ۵۸،۹۸ |
| زاویۂ ساعت وقت میں (دیکھو شکل ۲۲) | = | ۱۰ | ۵۵ | ۲۳،۹۲ |
| ∴ زاویۂ ساعت قوس میں | | °۱۶۳ | ۵۰َ | ۵۹ً (دوسرے ربع میں) |

اور ق = ش ق ف = °۱ ۱۱َ ۲۳،۵۳ً قطب تارے کے لیے ۱ مئی سنہ ۱۹۰۷ء
= ۴۲۹۵،۲۳ ثانیے

∴ لوک ق = ۳،۶۳۲۹۸۶۴
لوک جم و = $\bar{1}$،۹۸۲۵۱۳۴
۳،۶۱۵۴۹۹۸

لوک ق۲ = ۷،۲۶۵۷
لوک جب۲ و = $\bar{2}$،۸۸۸۶
لوک س ا = $\bar{4}$،۹۴۷ (°۱۶ × ۲۰َ × ۵۱،۸۶ً)
لوک ½ جب ۱ = $\bar{6}$،۳۸۴۵ (لوک جب ۱ - لوک ۲)

[1] مشاہدہ کا کوکبی وقت = کوکبی وقفہ وقت م - او - ظ + کوکبی معیاری وقت م - او - ظ پر
∴ (ص، م) ± (ز، س) = (ک، و) مشاہدہ کا
∴ (ز، س) = (ک، و مشاہدہ کا) - (ص، م) (پارہ ۱۳)

= ۹۱۲۵ء۱۱ʺ ۰ء۰۳۴۵

= ۱° ۰۸ᐟ ۴۵ء۱۱ʺ ۱ء۰۸ʺ

∴ عرض بلد = ۱۲° ۲۰ᐟ ۸۶ء۸ʺ + ۱° ۰۸ᐟ ۴۵ء۱۱ʺ + ۱ء۰۸ʺ

= ۱۳° ۲۹ᐟ ۶۵ء۳۸ʺ

کسی ستارے کے ارتفاع کے مشاہدہ سے جو کسی محل پر ہو عرض بلد کو وقت کا مشاہدہ کر کے بہت آسانی سے معلوم کیا جا سکتا ہے ۔ حل کا عمل ضابطہ پر مثل سابق مبنی ہے لیکن ش ق ف کو ضہ میل کی جگہ تبدیل کر دیا جاتا ہے اور اس طرح ہم کو حاصل ہوا

جب ا = جب فہ جب ضہ + جم فہ جم ضہ جم د

یہاں فہ ہی صرف نا معلوم مقدار ہے ۔

د اور ڈ دو معاونوں سے کام لے کر جو ان مساواتوں سے دریافت کیے جاتے ہیں :۔ (۹۹)

د جب ڈ = جب ضہ ۔ ۔ (ا)

د جم ڈ = جم ضہ جم و ۔ ۔ ۔ (اَ)

اور د کی قیمت (ا) سے تبدیل کرنے سے یہ مساوات ہو جاتی ہے

جم (فہ ۔ ڈ) = جب ا جب ڈ توم ضہ

نیز $\frac{(ا)}{(اَ)}$ = مس ڈ = مس ضہ قط و

اس سے دو قیمتیں عرض بلد کی حاصل ہونگی لیکن مثال ۲ تختہ ک کا حسابی عمل کرنے میں ایک قیمت عرض بلد کی ۲۹° ۵۲ᐟ تقریباً صحیح مان لی گئی ہے اور قیمت جو مذکورہ ضابطہ سے نکالی گئی ہے اس سے معلوم ہوگا کہ ان میں سے کونسی زیادہ قابل قبول ہے ۔

مثال ۲ ۔ تختہ ک سے ہم کو مندرجہ ذیل حاصل ہوتا ہے :۔

| | عو فیو شی | | | عہ انڈرو میڈا | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| میل = ضہ = | ۱۲° | ۳۷ᐟ | ۱۰ʺ | ۲۸° | ۴۰ᐟ | ۲۰ʺ |
| درست شدہ ارتفاع = ا = | ۱۴° | ۵۴ᐟ | ۰۶ʺ | ۴۹° | ۵۴ᐟ | ۱۴ʺ |

| | عو فیوشی (α Ophiuchi) | عہ انڈرومیڈا (مرأۃ المسلسلہ) |
|---|---|---|
| و (قوس) = | ۴۸° ۳۹′ ۰۶″ | ۳۶° ۱۶′ ۱۸″ |
| لوک مس ضہ = | ۹٫۳۵۰۰۲۰۸ | ۹٫۷۳۷۸۷۱۴ |
| لوک جم و = | ۹٫۸۱۹۹۶۱۷ | ۹٫۸۳۹۶۲۸۸ |
| لوک مس ڈ = | ۹٫۵۳۰۰۵۹۱ | ۹٫۸۹۸۲۴۲۶ |
| ∴ ڈ = | ۱۸° ۴۳′ ۱۹″ | ۳۳° ۲۰′ ۵۴″ |
| لوک جب ا = | ۹٫۸۲۴۶۸۱۷ | ۹٫۸۸۳۵۸۳۱ |
| لوک جب ڈ = | ۹٫۵۰۶۴۵۳۶ | ۹٫۷۹۲۷۰۰۴ |
| لوک قوم ضہ = | ۰٫۶۶۰۵۹۹۴ | ۰٫۳۱۸۹۴۱۴ |
| لوک جم (ف ۔ ڈ) = | ۹٫۹۹۱۷۳۴۷ | ۹٫۹۹۵۲۴۹ |
| (ف ۔ ڈ) = | ۱۱° ۰۸′ ۳۴″ | ۸° ۴۸′ ۵۷″ |
| ∴ ف = | ۲۹° ۵۱′ ۵۰″ | ۲۹° ۵۲′ ۰۳″ |

## (۴۷) گرد نصف النہاری ارتفاع سے ـــــ مختلف

وجوہ سے کسی ستارے کے کئی مشاہدات کا اوسط جب کہ مشاہدے یکے بعد دیگرے قریب قریب کیے جائیں اور وقت سے تقریباً مساوی فصلوں پر کیے جائیں تو یہ اوسط کسی خاص مشاہدوں کے مقابلہ میں زیادہ قابلِ اعتبار ہوتا ہے ۔ جب ستارہ نصف النہار پر عبور کرتا ہے اور انتصابی اُوج سب سے زیادہ ہوتا ہے تو اس وقت چونکہ صرف ایک ہی مشاہدہ کیا جا سکتا ہے یہ زیادہ سہل ہوتا ہے کہ ستارے یا جرم فلکی کے نصف النہار کے قریب مسلسل مشاہدے کر لیے جائیں اور ہر ایک مشاہدے کو نصف النہار پر تحویل کر لیا جائے ۔ اس طریقہ سے بہت زیادہ صحت حاصل ہو سکتی ہے ۔ اور اس میں فائدہ یہ ہے کہ یہ مشاہدے زاویہ گیر سے یا ایک سُدس سے ہو سکتے ہیں ۔ اور علاوہ اس کے یہ فائدہ ہے کہ نصف النہار کے معلوم کرنے کی ضرورت نہیں رہتی اور اس وجہ سے جو مشاہدے اس

کے لیئے ضروری ہوتے ہیں اُن سے پیچھا چھوٹ جاتا ہے۔
نصف النہار کی تحویل کے لیے ضابطہ یہ ہے لا (ثانیوں میں) (۱۰۰)

= ق ف توم جب ش جب (تقریبی عرض بلد) جم ۰ × $\frac{۲ \times جب^۲ \frac{۱}{۲} و}{جب ا}$

(تقریبی) راسی فاصلہ ۔ یہاں و زاویہ ساعت ہے یعنی جرم فلکی کا فاصلہ نصف النہار سے ۔ کسر $\frac{۲ جب^۲ \frac{۱}{۲} و}{جب ا}$ کو جدول پنجم میں حل کرکے درج کر دیا گیا ہے، اس میں تمام قیمتیں وقت کے لیئے وقت کے ۲۰ دقیقے کے لیے ہیں اور چونکہ یہ نصف النہار کے کسی ایک طرف ہوتے ہیں اس لیے مشاہد ۴۰ دقیقے کے اندر اپنے مشاہدات کرسکتا ہے اس میں یہ فائدہ ہے کہ کسی ایک صحیح آن میں کسی ایک مشاہدہ کی پابندی نہیں کرنی پڑتی۔ یہ طریقہ اُس وقت بہت مفید ثابت ہوتا ہے جب مشاہدوں کو ایک سُدس سے کرنا پڑتا ہے۔ سُدس سے مشاہدے کرتے میں شمس کے زیرین عضو پر مشاہدہ کرنا چاہیے ۔ اور ساعتی زاویہ و گھنٹے کی خطا کو مشاہدہ پر لگا کر اور اس سے ظاہری ظہر کا اوسط وقت منہا کرکے حاصل ہو جائیگا۔ ذیل کی مثال میں آلہ ارتفاع والسمت استعمال کیا گیا ہے اور زاویہ و[۲] اس طرح معلوم کیا جاتا ہے جیساکہ حاشیہ پر درج ہے۔

---

[۱] اس مشاہدہ کے لیے گھنٹے کی خطا صحیح صحیح معلوم ہونی چاہیے تاکہ ظاہری ظہر کا اوسط وقت تعین کیا جاسکے۔

[۲] یہ ساعتی زاویے گھنٹے[۱] کی خطا کو اور نیز شمس کے نصف قطر کو اوسط وقت کے مشاہدہ میں شامل کرنے سے جب کہ یہ نصف النہار پر سے گزر رہا ہو حاصل ہو جاتے ہیں:۔
ان دونوں وقتوں یعنی درست شدہ وقت اور ظاہری ظہر کے اوسط وقت کے درمیانی فرق زاویۂ ساعت ہوتے ہیں ۔

مثال — مندرجہ ذیل مشاہدے شمس کے زیرین اور مغربی اعضا پر ملک پور میں کیے گئے ہیں ۔ تاریخ ۲۱ نومبر ۱۸۶۶ء ۔ بار پیما ۲۹٫۳ انچ تپش پیما ۵۰°

| مشاہدہ شدہ ارتفاع | | | وقت | | | ساعتی زاویے | | | قیمت جدول پنجم سے |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ° | ′ | ″ | ساعت | دقیقہ | ثانیہ | | دقیقہ | ثانیہ | ثانیہ |
| ۳۹ | ۵۹ | ۰۰ | ۱۱ | ۰۰ | ۴۰ | مش | ۵ | ۰۳٫۷ | ۵۰٫۳ |
| ۳۹ | ۵۹ | ۲۰ | | ۰۱ | ۵۳٫۵ | ؍؍ | ۳ | ۵۰٫۲ | ۲۹٫۹ |
| ۳۹ | ۵۹ | ۴۰ | | ۰۳ | ۰۷ | ؍؍ | ۲ | ۳۶٫۷ | ۱۳٫۴ |
| ۳۹ | ۵۹ | ۴۰ | | ۰۴ | ۱۱ | ؍؍ | ۱ | ۳۲٫۷ | ۴٫۶ |
| ۴۰ | ۰۰ | ۰۰ | | ۰۵ | ۱۲ | ؍؍ | ۰ | ۳۱٫۷ | ۰٫۴ |
| ۳۹ | ۵۹ | ۴۰ | | ۰۶ | ۶ | مغ | ۰ | ۲۲٫۳ | ۰٫۳ |
| ۳۹ | ۵۹ | ۲۰ | | ۰۶ | ۵۴ | ؍؍ | ۱ | ۱۰٫۳ | ۲٫۷ |
| ۳۹ | ۵۹ | ۳۰ | | ۰۷ | ۵۷ | ؍؍ | ۲ | ۱۳٫۳ | ۹٫۷ |
| ۳۹ | ۵۹ | ۰۰ | | ۰۸ | ۴۸ | ؍؍ | ۳ | ۰۴٫۳ | ۱۸٫۶ |
| ۳۸ | ۵۸ | ۴۰ | | ۰۹ | ۴۸ | ؍؍ | ۴ | ۰۴٫۳ | ۳۲٫۵ |
| ۳۹ | ۵۹ | ۲۰ | مشاہدہ شدہ ارتفاع کی اوسط | | | | | | اوسط شمس ۱۶٫۲۶ ۱۶٫۲۴ |

| | ° | ′ | ″ |
|---|---|---|---|
| انعطاف اور اختلافِ منظر کی درستیاں | — ۰ | ۰۱ | ۲٫۵ |
| نصف قطر | + ۰ | ۱۶ | ۱۴٫۰۵ |
| حقیقی ارتفاع شمس کے مرکز کا | ۴۰ | ۱۴ | ۳۱٫۵۵ |
| نصف النہار کی تقسیم سدی | | | +۱۷٫۳۶ |
| نصف النہار پر ارتفاع | ۴۰ | ۱۴ | ۴۸٫۹۱ |
| راسی فاصلہ | ۴۹ | ۴۵ | ۱۱٫۰۹ |
| جنوبی میل | -۱۹ | ۵۳ | ۴۵٫۸۰ |
| عرض بلد ملک پور کا | ۲۹ | ۵۱ | ۲۵٫۲۹ |

| | ساعت | دقیقہ | ثانیہ |
|---|---|---|---|
| ظاہری ظہر کا اوسط وقت | ۱۱ | ۴۵ | ۵۰٫۶۶ |
| اوسط وقت نصف قطر کے نصف النہار سے عبور کا | | ۰۱ | ۰۹٫۰۷ |
| گھڑی کی خطا (سست) | | ۴۱ | ۲۴٫۰۰ |
| گھڑی کا وقت مرور | ۱۱ | ۰۵ | ۴۳٫۷ |
| تقریبی عرض بلد | ۲۹ | ۵۲ | ۰۰٫۰۰ |

جم تقریبی عرض بلد = ۱٫۹۳۸۱۱۲۶

جم میل = ۱٫۹۷۳۲۲۶۷ آ

قوم راسی فاصلہ = ۰٫۱۱۷۲۶۳۰

لوک ۱۶٫۲۶ = ۱٫۲۱۱۱۲۰۵

لوک ۳۶٫۷ ثانیے = ۱٫۲۳۹۷۲۲۸ (۱۰۱)

سلہ جب ایک ستارہ کا مشاہدہ کیا جاتا ہے تو ۰۱۷۲۳۰۰۰ کو لوکارثم میں جمع کر دینا چاہیے اس لیے کہ وقت پیمیا اوسط شمسی وقت شمار کرتا ہے ۔ اور کوکبی وقت نہیں ظاہر کرتا ۔

مثال ۔ ستارہ جہ قنطورس $\frac{\text{۵ ش}}{\text{۱۹۰۷}}$ ۱۷ کو مشاہدہ کیا گیا (مقابلہ کرو قطب تارہ سے عرض بلد کا مشاہدہ)

| | ساعت | دقیقہ | ثانیہ | |
|---|---|---|---|---|
| ص ۔ م ستارہ کا | = | ۱۲ | ۳۶ | ۲۵ } بحری جنتری سے |
| کوکبی وقت م ۔ ا و ۔ ظ پر | = | ۳ | ۳۵ | ۲۰ } |
| کوکبی وقفہ مرور اور م ۔ ا و ۔ ظ کے درمیان | = | ۹ | ۰۱ | ۰۵ |
| ابطاء | | | ۱ | ۲۹ |
| اوسط وقت کا وقفہ، درمیان مرور اور م ۔ ا و ۔ ظ | = | ۸ | ۵۹ | ۳۶ |
| گھڑی یا گھڑیاں کی خطا | + | | ۳۸ | ۵۸ |
| مرور کا گھڑی وقت | = | ۹ | ۳۸ | ۳۴ |

۹ ساعت ۳۸ دقیقے ۳۴ ثانیے سے وقت کا فرق ۔ پانچویں جدول سے قیمتیں $\frac{\text{جب}\ \text{ج} \times \text{جب}^2 \frac{1}{2}\ \text{د}}{\text{جب}\ \text{آ}}$

| دقیقہ | ثانیہ[1] | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ۴ | ۴۳ | ... | ... | ... | ۴۴ |
| ۱ | ۲۲ | ... | ... | ... | ۴ |
| ۲ | ۱۷ | ... | ... | ... | ۱۰ |
| ۶ | ۳۳ | .... | .... | ... | ۸۴ |
| ۹ | ۳۵ | .... | .... | ... | ۱۸۰ |
| ۱۲ | ۲۰ | .... | ... | .... | ۲۹۹ |
| ۱۵ | ۲۰ | .... | ... | .... | ۴۶۱ |
| ۱۷ | ۳۱ | .... | ... | .... | ۶۰۲ |

۸) ۱۶۱۴ (

آ و = اوسط = ۲۱۰٫۷۵

اس لیے کہ ۸ مشاہدات کیے گئے تھے تب اوسط (او) = ۲۱۰٫۷۵

اوسط مشاہدہ شدہ راسی فاصلہ = °۶۶ ′۵۷ ″۱۰

انعطاف = + ′۲ ″۴٫۰

تقریبی راسی فاصلہ ۔ = °۶۶ ′۵۹ ″۱۴ نصف النہار پر

ش ق ف = °۱۳۸ ′۲۷ ″۴ ۱۱) ۹۰ + ضہ چونکہ ستارہ جنوب میں ہے یا جنوبی میل رکھتا ہے۔

---

[1] یہ قیمتیں مشاہدات کے اندراج ہیں جو صفحہ ۱۶۱ پر درج کی گئی ہیں اور یہ اس فرق کو ظاہر کرتی ہیں جو حقیقی گھڑی سے وقت مرور اور مشاہدے کے وقت میں ہوتا ہے یعنی ۹ س ۳۸ دق ۳۴ ثانیہ ۔ ۹ س ۳۳ دق ۵۱ ثانیہ = ۴ دقیقہ ۴۳ ثانیہ وغیرہ ۔

| | |
|---|---|
| تقریبی عرض التمام | ۷۱° ۲۷′ ۵۷٫۴″ |
| ∴ تقریبی عرض بلد | ۱۸° ۳۲′ ۰۲٫۶″ |
| لوک توم تقریبی (مر-ف) | ۰٫۰۳۶۰۱۵۰ |
| لوک جب ش-ق-ف | $\bar{1}$٫۸۲۱۶۶۵۵ |
| لوک جم تقریبی عرض بلد | $\bar{1}$٫۹۷۶۹۸۷۰۱ |
| لوک اوسط | ۲٫۳۳۲۳۲۵۲۱ |

۲′ ۲۳٫۸″ [له] = ۲٫۱۵۷۸۰۲۷

(۱۰۲) ۲′ ۲۳٫۸″ اُس مقدار کو ظاہر کرتا ہے جو عرض بلد تقریبی کو حقیقی عرض بلد معلوم کرنے کے لیے استعمال کرنی پڑتی ہے (اس صورت میں یہ مقدار تقریبی عرض بلد سے کم کرنی پڑیگی) ۔

∴ عرض بلد = ۱۸° ۳۲′ ۰۲٫۶″ - ۲′ ۲۳٫۸″

= ۱۸° ۲۹′ ۳۸٫۸″

اور اس قیمت کو قطب تارے والی قیمت سے مقابلہ کرنا چاہیے۔ (دوسرا نتیجہ)،

اور اسی لیے اوسط عرض بلد = ۱۸° ۲۹′ ۳۸٫۷۲″

۴۷ - **طول بلد** — طول بلد دو مقاموں کے نصف النہاروں میں فرق ہوتا ہے اور جو استوا پر قوس میں ناپا جاتا ہے۔

ستاروں کی ظاہری یومیہ حرکت یکساں ہوتی ہے اور استوا کے متوازی دائروں میں ہوتی ہے وقت جو ایک ستارہ کے نصف النہار والے دو دوروں کے درمیان گذرتا ہے وہ بیّن طور پر اُس قوس کے متناسب ہوتا ہے جو ان کے درمیان ہو یعنی ان کے طول بلد کے

---

له تقریبی مر، ف اصلی سے زیادہ بڑا ہے ∴ ش، ق، ف - تقریبی مر ف = عرض التمام کے اصل سے زیادہ چھوٹا ہے ∴ ہ نفی عرض التمام اصل سے زیادہ بڑا ہے = (تقریبی) عرض بلد بہت بڑا اس لیے ہمیشہ تقسیم رسدی تفریق ہوگی۔

فرق کے تناسب۔ اس کلیہ کی بنا پر وقت کو طول بلد کی ناپ مانا جاسکتا ہے اور علم ہئیت میں اس کو اسی طرح استعمال کیا جاتا ہے۔ استواء پر چونکہ کوئی ایسا مقررہ نقطہ نہیں ہے جس سے طول بلد ناپا جاسکے بہت سی قوموں نے اپنی اپنی رصدگاہ کو اپنے نصف النہار کا صفر نقطہ قرار دے لیا ہے۔

اگر ہم ایسی حالت میں کسی جگہ کا مقامی وقت معلوم کرلیں اور نیز اس جگہ کا مقامی وقت جہاں ہم موجود ہوں تو ان دونوں کا فرق صاف ظاہر ہے وقت میں ان جگہوں کے طول بلد کا فرق ہوگا۔

طریق اول — سہل ترین طریقہ اس کے تعین کا یہ ہوگا کہ ایک وقت پیما کو پہلی جگہ کے مقامی وقت پر ثبت کرکے بھیج دینا چاہیے اور پھر اس کی خطا کو مندرجہ بالا طریقوں میں سے کسی ایک طریقہ سے معلوم کرلینا چاہیئے۔ تھوڑے تھوڑے فاصلوں کے لیے یہ طریقہ بہت صحیح ہوتا ہے اور یہ تمام بحری سفر میں استعمال ہوتا ہے لیکن چونکہ وقت پیما کی رفتار جب وہ سفر میں ہو تو اس کی قیام کی رفتار سے مختلف ہوتی ہے اسلئے وقت پیما کی رفتار میں ہر ایک خطا اس سے اخذ کیے ہوئے طول بلد میں فرق ڈال دیگی۔ لیکن چونکہ کوئی شخص ہمیشہ ایک جگہ سے دوسری جگہ وقت پیما روانہ نہیں کرسکتا اس لیے یہ مناسب معلوم ہوتا ہے کہ اور طریقوں کا بھی علم ہونا چاہیے۔

طریق دوم — مندرجہ بالا سے یہ صاف ظاہر ہے کہ اگر کوئی علامت مختلف جگہوں پر مشاہدہ کی جاسکے اور یہ خواہ روشنی کی چمک ہو یا ہوائی (آتش بازی) وغیرہ ہو یا کوئی خاص آسمانی واقعہ ہو جو مکمل طور پر مشاہدہ کی ایک ہی حالتوں کو ایک ہی وقت میں دنیا کے تمام حصّوں میں ظاہر کرے اور مقامی وقت کو اس وقت درج کرلیا جائے تو مشاہدہ شدہ وقتوں کا فرق ان کے طول بلد کا فرق ہوگا۔ مشتری کے توابع کے گرہن تقریباً صرف موجودہ سماوی مظاہر سے ہیں جو ان شرائط کو پورا

کرتے ہیں ۔ ان کو جدول کی صورت میں "بحری جنتری" میں دکھایا گیا ہے اور یہ طول بلد کو معلوم کرنے کے بہت صحیح طریقے ثابت ہوتے ہیں۔ لیکن چونکہ انجینیر کے پاس جو دوربین ہوتی ہے اس سے زیادہ طاقتور دوربین کی ضرورت پڑتی ہے تاکہ توابع کا ڈھک جانا اور نکل آنا ان کے مرور یا سائے نمایاں طور پر دریافت کیے جا سکیں اس لیے یہ طریقہ ہمیشہ عمل میں نہیں لایا جا سکتا۔ (۱۰۳)

طریق سوم ــــ چاند کی حرکت صعودِ مستقیم میں اس قدر تیز ہوتی ہے (یعنی ۳۶۰° تقریباً ایک ماہ میں) کہ اس کی دو جگہوں کے نصف النہاروں کے عبور کے وقت کا فرق ستارے کے ان ہی جگہوں پر عبور سے بہت فرق پر ہوتا ہے ۔ یہ فرق چاند کے صعودِ مستقیم کی تبدیلی کو اس وقفۂ وقت کے لیے ظاہر کرتا ہے اور اگر یہ وقفۂ وقت زیادہ نہ ہو (یعنی طول بلد کا فرق تھوڑا ہے) تو یہ اس کے ساتھ تناسب ہوتا ہے ۔ چاند کا صعودِ مستقیم چونکہ اپنی تبدیلی میں یکساں حالت پر نہیں ہوتا اس لیے یہ بالکل حقیقی نہیں ہوتا اس حالت میں کہ طول بلد زیادہ ہو جیسے کہ ہندوستان میں اور اس سبب سے حسابی عمل بہت زیادہ تکلیف دہ ہو جاتا ہے ۔ تقسیم رسدی جو کرنی پڑتی ہے بہر حال وہ خفیف ہوتی ہے اور چونکہ مشکلات پیدا ہوتی ہیں اس لیے اس کو اس وقت تک نظر انداز کر دینا چاہیے جب تک کہ بہت زیادہ صحت کی ضرورت نہ پڑے۔

چاند کے روشن عضو کا صعودِ مستقیم بالائی اور زیرین مروروں کے لیے گرینج کے نصف النہار پر سے مہینے کے ہر ایک یوم کے لیے دیا ہوا ہوتا ہے اور صعودِ مستقیم کی تبدیلی طول بلد کے ہر ایک گھنٹے کے لیے دی ہوئی ہوتی ہے اور[۱] اس کے ساتھ ہی چار خاصے روشن ستاروں کا صعودِ مستقیم جن کا تقریباً یکساں میل ہو دیا ہوا ہوتا ہے یہ ستارے گرینج پر تقریباً ایک ہی وقت میں مرور کرتے ہیں۔

---

[۱] یہ تبدیلی روشن عضو کے صعودِ مستقیم میں ہے اور اس لئے نصف قطر کی تبدیلی کے اثر سے آزاد ہے ۔

یہ، اس لیے تقریباً ایک ہی وقت اور ارتفاع پر چاند کے ساتھ
اوج پر پہنچتے ہیں اور تقسیم رسدی انعطاف اور آلے کی خطاؤں کے لیے
ہر ایک کے لیے تقریباً یکساں ہوتے ہیں - یہ ستارے چاند
کے اوجی ستارے کہلاتے ہیں۔

مندرجہ بالا سے ظاہر ہے کہ اگر چاند کے روشن عضو کے
مرور کا مشاہدہ کیا جائے اور مذکورہ بالا ستاروں میں سے ایک
ستارے کا بھی مشاہدہ کیا جائے اور دونوں کے فرق کا گرینچ کے
انہی وقتوں کے فرق سے مقابلہ کیا جائے تو ان فرقوں کا فرق چاند
کے صعود مستقیم کی وہ تبدیلی ہوگی جو اس جگہ کے طول بلد کی وجہ سے
ہے اور اس تبدیلی میں وقت پیما کی خطا شامل نہ ہوگی - جس سے
طول بلد مذکورہ بالا طریقے سے معلوم کرلیا جاتا ہے -

نوٹ - اگر وقت پیما کی خطا اور رفتار صحیح صحیح معلوم ہوں تو یہ
ضروری نہیں کہ ستارے کے مرور کو بھی مشاہدہ کیا جائے لیکن یہ مشاہدہ
ہمیشہ اچھا ثابت ہوتا ہے -

چاند کے مرور کا وقت معلوم کرنے کے لیے کہ اس کی کس وقت توقع
کی جائے صعود مستقیم کو جو بحری جنتری میں دیا ہوا ہو درست کرلینا چاہیے
(جب کہ طول بلد اس قدر بڑا ہو جیسا کہ ہندوستان میں ہوا کرتا ہے)
تاکہ اس عمل سے صعود مستقیم کی تبدیلی کی رعایت جو اس جگہ کے طول بلد
کے لیے ضروری ہو، ہو جائے ورنہ غالب خیال یہ ہے کہ مرور کا مشاہدہ
ہاتھ سے نکل جائیگا - اس میں تقریبی طول بلد کا علم ہونا کافی ہوتا
ہے -

مثال ـــ ۱۸ جون ۱۸۶۴ء کو رڑکی کا طول بلد عقرب اور چاند
کے روشن عضو کے مروروں کے مشاہدات سے دریافت کرنا مطلوب
ہے -

(۱۰۴)

| مد عقرب کا مرور مشاہدہ شدہ اوقات | | | | چاند کے منور عضو کا مرور مشاہدہ شدہ اوقات | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ساعت | دقیقہ | ثانیہ | | ساعت | دقیقہ | ثانیہ |
| ۱۰ | ۱۷ | ۲۱٫۵ | | ۱۰ | ۳۶ | ۲۳ |
| | | ۴۲ | | | | ۴۳٫۵ |
| | | ۶۲٫۵ | | | | ۶۴ |
| | | ۸۲٫۵ | | | | ۸۴٫۵ |
| | | ۱۰۲ | | | | ۱۰۴ |
| ۱۰ | ۱۷ | ۳۱۰٫۵ | میزان | ۱۰ | ۳۶ | ۳۱۹ |
| ۱۰ | ۱۸ | ۰۲٫۱ | مرور کا مشاہدہ شدہ وقت وسطی تار پر سے | ۱۰ | ۳۷ | ۰۳٫۸ |
| | | | | ۱۰ | ۱۸ | ۰۲٫۱ |
| | | | ت بمقام رڑکی اوسط شمسی معادلات میں فرق | | ۱۹ | ۰۱٫۷ |

| | | |
|---|---|---|
| تبدیلی کوکبی معادلات میں | ۱۹ | ۰۳٫۱۲ |
| | | ۰۱٫۰۰ |
| | | ۰۰٫۷۰ |
| چاند کے منور عضو کے مرور اور ستارہ کا کوکبی وقفہ بمقام رڑکی | ۱۹ | ۰۴٫۸۲ |

| | ساعت | دقیقہ | ثانیہ |
|---|---|---|---|
| U-I چاند کا صعود مستقیم ۱۸ جون ۱۸۶۴ء کو گرینچ کے مرور | ۱۶ | ۵۳ | ۳۸٫۱۹ |
| مد عقرب کا صعود مستقیم | ۱۶ | ۲۱ | ۰۸٫۴۶ |
| کوکبی وقفہ وقت گرینچ پر | | ۳۲ | ۲۹٫۷۰ |
| کوکبی وقفہ وقت رڑکی پر | | ۱۹ | ۰۴٫۸۲ |
| صم کی تبدیلی جو چاند کے منور عضو میں رڑکی کے طول بلد کی وجہ سے ہوئی | | ۱۳ | ۲۴٫۸۸ |

لیکن چاند کے صغو مستقیم میں تغیر بالائی عرور پر ثانیے

طول بلد کے ایک گھنٹہ میں بمقام گرینج ۱۸ جون ۱۸۶۴ء = +۱۵۵۷۰۱

" " " ۱۲ گھنٹے پہلے = ۱۵۲۷۰۱

تبدیلی ۱۲ ساعت میں = +۳۰۰ ثانیے

∴ تغیر کی تبدیلی ۵ ساعت ۱۰ دقیقہ تقریبی طول بلد شرق = –۱۲۹ر۱ ثانیے

∴ چاند کے منور عضو کے صغو مستقیم میں تغیر بمقام رُڑکی ایک گھنٹے میں = ۱۵۴ر۴۲

ایضاً ایضاً گرینج پر = ۱۵۵ر۷۰

ایضاً ایضاً ایک گھنٹہ کے بیچ نصف درمیانی فاصلہ پر = +۱۵۵ر۰۶

لیکن مجموعی تبدیلی = ۸۸ر۲۴ ۱۳ دقیقہ

∴ رُڑکی کا طول بلد = ۱۳ ۲۴ر۸۸ / ۱۵۵ر۰۶

= ۸۰۴ر۸۸ / ۱۵۵ر۰۶ ساعت = ۵ ساعت ۱۱ دقیقہ ۲۶ ثانیہ مشرقی تقریباً

(۱۰۵) طریق چہارم ۔ چاند کے منور عضو کا فاصلہ بہت سے روشن ستاروں اور سیاروں سے ہر تیسرے ساعت کے لیے "بحری جنتری" میں دیا ہوا ہوتا ہے' یہ فاصلہ مہینے کے ہر روز کے لیے جس میں کہ چاند دکھائی دیتا رہے ہوتا ہے۔

اگر ایک ایسا ہی فاصلہ کسی دوسری جگہ پر سے مشاہدہ کیا جائے تو ان دونوں کے مقابلہ سے اس جگہ کا طول بلد تعین کیا جا سکتا ہے اور حسابی عمل اصولاً وہی ہوتا ہے جو اوپر بیان کیا گیا ہے۔

اس طریقۂ حل سے یہ فائدہ ہے کہ ایک سُدس' ایک مصنوعی افق' اور ایک وقت پیما صرف مطلوب ہوتے ہیں۔

اس طریقہ سے سمندر پر کام لیا جا سکتا ہے جہاں صرف یہی

طریقہ ایسا رہ جاتا ہے کہ جس سے کام لے سکیں - یہ وقت پیما کا محتاج نہیں ہے جس سے گرینچ کا اوسط وقت معلوم ہو - بہر حال یہ کوئی تسلی بخش طریقہ طول بلد معلوم کرنے کا نہیں ہے اور اس لیے اس طریقہ کے حسابی عمل کو یہاں بیان نہیں کیا جاتا -

## چند دلچسپ اعداد نظامِ شمسی کے متعلق

| نام | قطر میلوں میں | کثافت اضافی زمین کو مان کر | کمیت سورج کو مان کر | فاصلہ سورج سے دس لاکھ میلوں میں | گردش کی میعاد دنوں میں | مدار پر رفتار میلوں میں فی گھنٹہ | استوا پر گردش کی رفتار میلوں میں فی گھنٹہ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عطارد | ۳۰۳۰ | ۱٫۲۴ | ۱/۴۸۶۵۷۵۱ | ۳۶ | ۸۸ | ۱۰۵۳۳۰ | ۳۸۶ |
| زہرہ | ۷۷۰۰ | ۰٫۹۲ | ۱/۴۰۱۴۱۱ | ۶۷ | ۲۲۵ | ۷۷۰۵۰ | ۱۰۱۰ |
| زمین | ۷۹۱۸ | ۱٫۰۰ | ۱/۳۲۴۷۶۰ | ۹۲٫۸ | ۳۶۵¼ | ۶۵۵۳۳ | ۱۰۴۰ |
| مریخ | ۴۲۳۰ | ۰٫۵۲ | ۱/۲۵۴۶۲۴۷ | ۱۴۲ | ۶۸۷ | ۵۳۰۹۰ | ۶۲۸ |
| نجیمہ | --- | --- | --- | ۲۵۰ تا ۵۰۰ | --- | --- | --- |
| مشتری | ۸۶۵۰۰ | ۰٫۲۲ | ۱/۱۰۴۶ | ۴۸۳ | ۴۳۳۲ | ۲۸۷۴۴ | ۲۷۹۸۵ |
| زحل | ۷۰۰۰۰ | ۰٫۱۲ | ۱/۳۴۹۶ | ۹۰۰ | ۱۰۷۵۹ | ۲۱۲۲۱ | ۲۱۵۳۸ |
| یورینس | ۳۱۵۰۰ | ۰٫۱۸ | ۱/۲۲۸۹۹ | ۱۸۰۰ | ۳۰۶۸۷ | ۱۴۹۶۳ | ۱۰۹۲۱ |
| نیپٹیون | ۳۴۸۰۰ | ۰٫۱۷ | ۱/۱۸۷۸۰ | ۲۸۰۰ | ۶۰۱۸۱ | ۱۱۹۵۸ | |
| شمس | ۸۶۵۰۰۰ | ۰٫۲۵ | --- | --- | --- | --- | ۴۰۴۰۷ |
| چاند | ۲۱۶۳ | ۰٫۶۳ | ۱/۲۴۴۹۰۷۴۴ | --- | --- | ۲۲۷۳ | ۱۰ |

اگر شمس ایک گیند ۹ فٹ سالم قطر کا ہو تو ہماری زمین اس قد و قامت کے مقابلہ میں صرف ایک انچ کی گولی ہوگی جو ۳۲۳ گز کی دوری پر اس شمس سے رکھی ہوئی خیال کرنی چاہیئے اور چاند فقط مٹر کے چھوٹے دانہ کے برابر ایک داغ ہوگا زمین سے ۳۰ انچ فاصلہ پر -

(۱۰۶)

شمس سے زیادہ قریب بہ مقابلہ زمین کے، دو ایسے ہی چھوٹے داغ ہونگے یعنی عطارد اور زہرہ جن کا فاصلہ ۱۲۵ گز اور ۲۵۰ گز علی الترتیب ہوگا۔ سیارے مریخ، مشتری، زحل، یورینس اور نیپٹون زمین سے پرے ہونگے۔ ان کے فاصلے علی الترتیب ۵۰۰، ۱۶۸۰، ۳۰۰۰، ۶۰۰۰، ۹۵۰۰ گز ہونگے (آوٹ لائین آف ہسٹری* مصنفہ ایچ۔ جی۔ ویلس)۔

ایک پارسک یعنی ایک ثانیہ کا اختلاف مناظر برابر ہے اُس فاصلے کے جب زمین کے مدار کے قطر کے محاذ میں ایک ثانیہ کا زاویہ ہو = ۳۲۶ نوری سالوں کے۔

کائنات کی وسعت کا کچھ اندازہ اس سے ہو جاتا ہے کہ اگر ہم ایک "پارسک" کو اکائی مان لیں تو ہرقل کے جھرمٹ کا قطر = ۳۰۸ پارسک کے۔ پارسک کی مثال دینے کے لیے یہ مان لیا گیا ہے کہ ایک بال کے محاذ میں ایک ثانیہ کا زاویہ ۲۰ میٹر یعنی ۶۱ فٹ کے فاصلہ پر بنتا ہے۔ اور مجیلان[1] کے بادل کا قطر = ۳۴۰ پارسک یعنی ۱۱۰۰۰ نوری سالوں کے۔

نئی پیمائشیں جو ڈاکٹر فرانسس پیز[2] نے کارنیجی[3] رصدگاہ میں موںٹ ولسن کیلیفورنیا[4] پر کی تھیں وہ قلب عقرب کے لیے (عہ عقرب کے لیے) ذیل میں دی جاتی ہیں۔ اس ستارے کا قطر چالیس کروڑ میل یا ساڑھے چار گنا زیادہ اُس اوسط فاصلہ سے ہے جو زمین اور سورج کے درمیان ہے۔ ستارہ میرہ جو قیطس میں ہے دوسرے درجہ پر آتا ہے بجائے ابط الجوزا (عہ جبار) کے اس کا قطر پچیس کروڑ میل دیا ہوا ہے یا تقریباً ۲۵ فی صدی زیادہ ابن الجوزا سے۔ میرہ سے روشنی ۱۶۰ سال میں زمین پر پہنچتی ہے اور ہمارے سورج سے ۲۶۰ لاکھ گنی زیادہ ہے۔ یہ مقابلے انڈرومیڈا[5] کے سحاب کے سامنے کچھ بھی نہیں ہیں اس کے متعلق یہ کہا جاتا ہے کہ یہ نجم از کم نو لاکھ پچاس ہزار نوری سالوں سے کم فاصلہ پر نہیں ہے۔ بہ الفاظ دیگر جو روشنی ہم تک پہنچتی ہے وہ وہ ہے جو تقریباً دس لاکھ برس ہوئے اندرومیدا سے چلی تھی اس سے زیادہ اگر حال معلوم کرنا ہو تو ویٹیکر[6] کی جنتری کسی

---

[1] Magellan [2] Dr. Francis Pease [3] Carnegie
[4] Mount Wilson California [6] Whittaker [5] مراۃ المسلسلہ
* "Outline of History" by H. G. Wells

سال کی دیکھو ۔

(۴۷) **شمسی ڈائل** ـــــ ہندوستان میں بہت سے انجینیروں کو ایسا موقع بھی پیش آجاتا ہے کہ یا تو ان کو ایک شمسی ڈائل بنانا پڑتا ہے یا کسی کی مرمت کرنی پڑتی ہے۔ اس لیے یہاں یہ بے موقع نہ ہوگا کہ یہ بتا دیا جائے کہ ان کو کس طرح بنایا جاتا ہے۔ عام استعمال میں دو قسم کے ڈائل بنائے جاتے ہیں ایک افقی اور دوسرا انتصابی لیکن ڈائل کسی دیوار پر خواہ اس کا کوئی ڈھال ہو بنائے جا سکتے ہیں ایسی صورت میں ان کے حل آسان نہیں ہوتے ۔

ایک شمسی ڈائل ایک سطح ہوتی ہے عام طور پر سطح مستوی جس پر خط اس طرح کھینچ دیے جاتے ہیں کہ ایک مستقیم سوئی یا کسی تختی کے کنارے کے سائے کے کسی خط پر منطبق ہو جانے سے ظاہر وقت میں دن کا گھنٹہ دریافت ہو جاتا ہے ۔ یہ مستقیم سوئی یا کور شاخص یا ڈائل کا کانٹا، کہلاتا ہے اور خطوں کا نظام' ساعتی خطوط' اور جب شاخص ایک تختی کی کور ہوتی ہے تو موخرالذکر کو تختی والا شاخص کہتے ہیں ۔ اور جب تختی والا شاخص' ڈائل کی سطح پر عمود وار کھڑا رکھا جاتا ہے تو اس کی سطح کے تقاطع کو زیرین شاخص کہا جاتا ہے ۔

(۱۰۷) اگر ایک سیدھا ڈنڈا زمین کے محور کی سیدھ میں بڑھا کر نصب کر دیا جائے تو اس کا سایہ ظاہر ہے تمام طرف دن کی زمین کی گردش کے دوران میں حرکت کریگا اور وقت کو اپنے پیر کے گرد کسی درجہ دار دائرہ پر دکھاتا رہیگا ۔ شمسی ڈائل کی سوئی[1] ہمیشہ زمین کے محور کے متوازی لگائی جاتی ہے ۔ اور گو یہ قطب سے دوری کے باعث محور کے گرد ایک دائرہ بناتی ہے اس کا سایہ بھی اسی طرح حرکت کرتا ہے گویا یہ قطب پر ہی نصب ہے ۔ اگر ڈائل کی تختی سوئی[1] کے اوپر عمود وار ہوتی تو ساعتی خطوط مطلوبہ $\frac{360}{24}$ یعنی $15^\circ$ سب طرف ایک دوسرے سے

[1] شاخص ۔ سوئی = Stile

ہوتے لیکن ہر صورت میں ڈائل کی تختی کا میلان خواہ کچھ ہی ہو ساعتی خطوط صرف خطوطِ تقاطع اُن دو سطحوں کے ہوتے ہیں ایک جو ڈائل کی ہے اور دوسری وہ سطحیں جو سوئی میں سے گزرتی ہیں جب کہ سوئی نصف النہار کی سطح میں ہوتی ہے یہ خطوط ایک دوسرے کے ساتھ ترتیب وار ۱۵ درجہ کا میلان رکھتے ہیں شمس ہمیشہ اپنے حقیقی مقام سے انعطاف کی وجہ سے اونچا ہوتا ہے اور اس کا اثر اس وقت محسوس ہوتا ہے جب یہ پست ہوتا ہے لیکن جب یہ بلند ہوتا ہے تو عام طور پر اس کا سایہ غیر واضح ہو جاتا ہے اور انعطاف اس میں کُل کرزائل ہو جاتا ہے۔

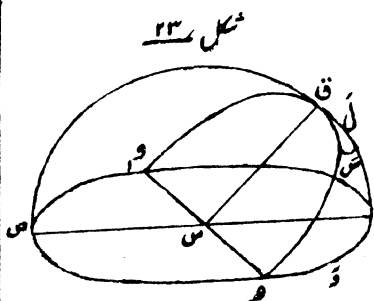
جب کسی ڈائل کی سطح افقی ہوتی ہے تو اس کو اُفقی ڈائل کہا جاتا ہے اور جب یہ انتصابی ہوتا ہے تو انتصابی یا کھڑا ڈائل اور جب ڈائل انتصابی بھی ہو اور نصف النہار پر عمود بھی ہو تو اس کو اوّل السموتی ڈائل کہا جاتا ہے۔ ڈائلوں کو ایک ارضی گولے کی مدد سے، یا ڈائل سازی کے پیمانوں سے یا سطحی تظلیل سے بنایا جاسکتا ہے۔ لیکن سب سے زیادہ صحیح طریقے میں کروی علمِ مثلث کے اصول سے مدد لی جاتی ہے۔

(۷۵) ایک اُفقی ڈائل کو بنانا۔ فرض کرو ص ن و ڈائل کی سطح ہے جس کو بڑھانے سے وہ سماوی کرہ کو کاٹتی ہے۔ ق قطب ہے ص ق ن نصف النہار کی سطح ہے اور س ق و ایک ساعتی دائرہ کی سطح ہے۔

شکل ۲۳



یعنی یہ کہ کسی خاص وقت پر سورج س ق و کی سطح میں ہے (زیادہ اونچا یا زیادہ نیچا سا[1]

[1] شاخص

وقت کے موافق قوس دق پر) اور اس سبب سے یہ خط س و
سوئی[1] س ق کا سایہ ڈالیگا اور قوس ن د کو بناتا چلا جائیگا ' یہ
قوس ظہر کے محل کے سائے س ن سے شروع ہوکر ڈائل کے
محیط کے گرد بن جائیگی - س ق شاخص یا سوئی ہے اور س ن
زیرین شاخص کی سمت ہے - ق ن عرض بلد ہے ' س و
خطِ ساعت ہے جو نصف النہار کے مطابق ہوتا ہے اور جس سے
قبل ظہر اور بعد ظہر کے ایک ہی نام کے وقت ظاہر ہوتے ہیں (۱۰۸)
مثلاً پانچ بجے بعد ظہر اور صبح کے ' اور ص ن بارہ بجے کا خطِ ساعت ہے -

فرض کرو لَ = ق ن ' کسی خاص جگہ کا عرض بلد '

سَ = زاویہ د ق ن ' زاویۂ ساعت درجوں میں '

اور وَ = ن و ' فاصلہ درجوں میں خطوطِ ساعت کا نقطن سے -

تب مثلث ق ن و میں ' نقطہ ن پر زاویے قائمہ ہیں -

جب لَ = مم سَ × مس وَ (دیکھو نیپیر کے قواعد دائری
حصص کے متعلق پارہ ۱۶) -

∴ مس وَ = جب لَ × مس سَ

یا لوک مس وَ = لوک جب لَ + لوک مس سَ - ۱۰

کسی دیے ہوئے عرض بلد کے لیے جو لَ کے برابر ہو
مندرجہ بالا مساوات سے وَ کی قیمتیں حاصل کی جاتی ہیں - ان
مساوات میں سَ = ۱۵° ' ۳۰° ' ۴۵° ' وغیرہ -

مثال ـــ فرض کرو ایک اُفقی ڈائل رُڑکی کے لیے چاہیے
جس کا عرض بلد ۲۹° ۲۵َ ہے -

خطوطِ ساعت کے زاویئی فاصلے ظہر سے یہ ہونگے :-

۱ بجے بعد ظہر یا ۱۱ بجے قبل ظہر کے لیے مس وَ = جب ۲۹° ۲۵َ × مس ۱۵°

۷° ۳۶َ = مس ۷° ۳۶َ

[1] شاخص (stile)

۲ بجے بعد ظہر یا ۱۰ بجے قبل ظہر کے لیے        مس وَ = جب ۲۹° ۲َ ۵ × مس ۳۰°
= مس ۱۶° ۲َ ۴
۳ بجے بعد ظہر یا ۹ بجے قبل ظہر کے لیے        مس وَ = جب ۲۹° ۲َ ۵ × مس ۴۵°
= مس ۲۶° ۲۸َ

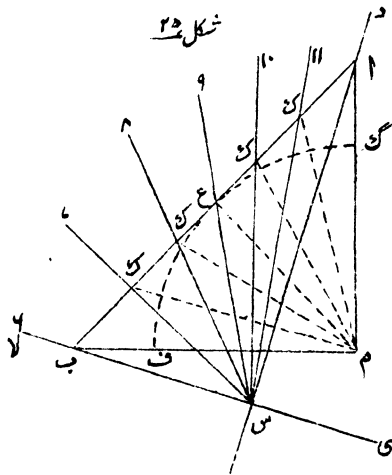
اور اسی طرح آگے تک ۔

پیتل کا ایک قرص موزوں قطر کا لو اور اس پر ایک قطر شمال اور جنوب کے خط کو ظاہر کرنے کے لیے کندہ کر لو اور اس کے ہر طرف خطوطِ ساعت پر دریافت کیے ہوئے زاویے یعنی (۷ ۳۶َ) (۱۶° ۲َ) (۲۶° ۲۸َ) وغیرہ کندہ کر دو ۔ اس قرص پر کانٹے کو لگاؤ یہ بھی پیتل کا ہو جس کی سلامی دار کور قرص کی سطح کے ساتھ ۲۹° ۲َ ۵ کا زاویہ بنائے ۔ اب سپرٹ لیول (الکوہلی اُفق نما) کی مدد سے کسی ایسی جگہ کو جو قائم ہو اور ہل جل نہ سکے لیول کر کے اس کو پیتل کا قرص رکھے جانے کے قابل بنا دیا جائے ۔ بیان کردہ طریقوں میں سے کسی ایک طریقہ سے نصف النہار کو معلوم کر کے بہت احتیاط سے قرص کے ش اور ج کے خط کو اس پر منطبق کر دو اور پھر اس کو اختتامی طور پر اس کی نشست پر جما دو ۔

یہ یاد رکھنا چاہیے کہ مندرجہ بالا عمل میں کانٹے کو ایک خط سمجھا

گیا ہے اس طرح پر کہ اس کا سایہ سورج کے مرکز سے ڈالا جاتا ہے لیکن اگر وہ صورت جیسی کہ عموماً ہوتی ہے یعنی کانٹا[ا] ایک تختی ہو تب اس کی کور کا سایہ سورج کے بلند ترین نقطہ سے پڑتا ہے اور اس لیے سایہ تقریباً ایک دقیقہ ظہر سے پہلے یعنی ایک منٹ پیچھے ہوتا ہے اور پھر وہی ظہر کے بعد ایک دقیقہ آگے ہوتا ہے ۔

شمسی ڈائل کو شمار کرنے کے لیے اس تقسیم رسدی کو جمع یا تفریق کر دینا چاہیے اور مساوات وقت کو بھی جمع یا تفریق کر دینا چاہیے اور آخر میں مقامی اور معیاری اوسط وقت کے فرق کو درست کرلو ۔

شکل ۲۵

(۱۰۹) شمسی ڈائل کو مندرجہ ذیل ترسیمی طریقہ سے تظلیل کیا جا سکتا ہے :-

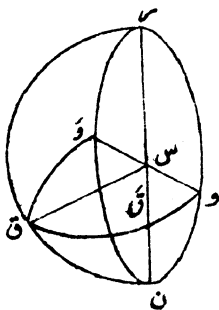
مس وَ = جب لَ مس سَ کا طریقہ معمولی طریقہ ہے جس سے لا ی اور دس پہ تظلیل کی جاتی ہے لیکن اگر لَ = عرض بلد ہے ، اور زاویہ ا ب س کی تظلیل جم ا جب لہ کی قیمت سے لی جائے مثلاً عرض بلد ۲۹° ۵۲′ کے لیے ۔

تب طبعی جب ۲۹° ۵۲′ = ۴۹۷۹۸۳۳، = مم ۶۳° ۳۲′ ۔

[ا] gnomon

د س کو لائی پر علی القوائم کھینچو اور فرض کرو زاویہ ا ب س = ۶۴° ۳۲ - ا ب کی ع سے تنصیف کرو اور ع م کو ا ب پر عمود کھینچو اور ع ب یا ع ا کے برابر بنا لو۔ اور م مرکز سے اور م ع نصف قطر سے ایک قوس ف ع گ کھینچو۔ قوس ف ع گ کو چھ حصوں میں تقسیم کرو، م کو ہر ایک حصہ سے ملاؤ اور اُس کو بڑھاؤ یہاں تک کہ ا ب سے کَ کً وغیرہ نقاط میں مل جائے۔ س کو ہر کَ، کً وغیرہ سے ملا دو اور یہ مطلوبہ ساعتی خطوط ہونگے۔ ف ع گ قوس کے ہر ایک چھوٹے حصہ کی اور مزید برابر کے حصوں میں تقسیم کر لو۔ اور تم کو مذکورۂ بالا طریقہ سے اور بھی چھوٹی درجہ بندی ایک ساعت کی حاصل ہو جائیگی۔

## (۷۶) ایک اوّل السموت ڈائل کا بنانا ——— فرض کرو

شکل ۲۶



د ن سً ایک ڈائل کی ایسی سطح ہے جو سماوی کرہ کو بڑھانے سے کاٹتی ہے۔ نقطہ ق عرض بلد سے مخالف سمت کا قطب ہے، ق سً ن نصف النہار کی سطح مستوی ہے اور س ق و ایک ساعتی دائرہ کی سطح ہے اور س ق سوئی یا شاخص کی سمت ہے۔ تب ق ن عرض التمام ہے اور و س وَ وہ ساعتی خط ہے جو اُس نصف النہار کے مطابق ہے جس سے ساعتوں قبل ظہر کو وہی نام و دیا جاتا ہے اور وَ بعد از ظہر۔ فرض کرو لَ = عرض بلد، سَ = ساعتی زاویہ درجوں میں، بَ = عرض التمام ق ن - تب ہم کو کروی مثلث ق ن و میں مندرجہ ذیل حاصل ہیں:—

جم لَ = مس و × مم سَ یعنی لوک مس و = لوک جم لَ + لوک مس سَ - ۱۰ (۱۱۰)

اس میں و ساعتی خطوط کا زاویئی فاصلہ یکے بعد دیگرے دوپہر کے ساعتی خط سے ہے (دیکھو فقرہ ۶۱)۔

مثال :- ایک انتصابی ڈائل ایک جگہ کے لیے بناؤ جس کا عرض بلد ۴۱° ۳۰َ ہے۔ ساعتی خطوط کے زاویئی فاصلے ظہر سے یہ ہونگے :-

۱ بجے بعد ظہر یا ۱۱ بجے قبل ظہر کے لیے مس و = جم ۴۱° ۳۰َ + مس ۱۵°
= مس ۱۲° ۵۲َ تقریباً

۲ بجے بعد ظہر یا ۱۰ بجے قبل ظہر کے لیے مس و = جم ۴۱° ۳۰َ + مس ۳۰°
= مس ۲۹° ۱۲َ

۳ بجے بعد ظہر یا ۹ بجے قبل ظہر کے لیے مس و = جم ۴۱° ۳۰َ + مس ۴۵°
= مس ۴۰° ۲۷َ

اور اسی طرح آگے تک

جو زاویہ کانٹا[1] ڈائل کے انتصابی چہرہ سے بناتا ہے وہ ۴۸° ۳۰َ (= عرض التمام) ہوگا۔

ایک افقی اور انتصابی ڈائل میں سوئی[2] کا ارتفاع اُس مقام کے عرض بلد اور عرض التمام کے برابر علی الترتیب ہوتا ہے۔ وجہ یہ ہے کہ شکل ۲۴ جس میں ایک اُفقی ڈائل دکھایا گیا ہے ق س ن عرض بلد ہے اور شکل ۲۵ جس میں ایک انتصابی ڈائل دکھایا گیا ہے ق س ن عرض التمام ہے۔

ایک ترچھے ڈائل کی سطح کا میلان اُفق سے یا اُفقی ڈائل کی سطح سے اس کا میلان کہلاتا ہے۔ اور اس کا میلان اول السموت سے اس کا مَیل کہلاتا ہے۔

(۶۷) بنابریں، ایک اُفقی ڈائل، جو کسی خاص مقام پر بنایا جائے اگر کسی دُوسری جگہ پر اِسی نصف النہار پر لے جایا جائے

[1] gnomon
[2] شاخص

اور وہ ایک ایسی سطح پر رکھا جائے جو پہلی اُفقی سطح کے متوازی ہو؛ یعنی اپنے پہلے محل کے متوازی تو یہ موخرالذکر مقام کے لیے میلانی ڈائل ہوگا۔ اور اس مقام پر اس کا میلان اِن دونوں مقامات کے عرض بلدوں کے فرق کے برابر ہوگا۔ نیز کسی مقام پر کسی میلانی ڈائل کی سوئی کی بلندی عرض بلد اور میلان کے درمیانی فرق یا مجموعہ کے برابر ہوتی ہے۔ اس اصول کی بنا پر کسی خاص مقام پر میلانی ڈائل بنانے کے لیے یہ کرنا چاہیے کہ اُس جگہ کا عرض بلد معلوم کیا جائے جس کے اُفق کے ساتھ میلانی ڈائل کی سطح متوازی ہو اور اُس کو اس جگہ کے لیے بطور ایک اُفقی ڈائل کے بنا لو اور یہی مطلوبہ ڈائل ہوگا۔ اِس پچھلی جگہ کا عرض بلد دی ہوئی جگہ کے عرض بلد اور میلان کا مجموعہ یا فرق ہوگا۔

اس طریقے سے ایک ڈائل جو ایک جگہ بنایا جاتا ہے وہ دوسری جگہ بھی استعمال ہو سکتا ہے۔ مثلاً فرض کرو ایک اُفقی ڈائل جو دہلی کے لیے (۲۸° ۳۶' عرض بلد کے لیے) بنایا گیا ہے لاہور میں لگایا جاتا ہے (عرض بلد ۳۱° ۳۴') تاکہ لاہور کا وقت معلوم ہو جائے۔ عرض بلد میں فرق ۲° ۵۸' ہے۔ ڈائل کی نشست کا پایہ اُفقی نہیں ہوگا بلکہ یہ شمال کی طرف ۲° ۵۸' کا زاویہ اُفق سے بنائیگا۔ اس سے پھر لاہور والا وقت معلوم ہوتا رہیگا۔ (۱۱۱)

استوائیہ اُفقی ڈائل کی سوئی اور زیرین سوئی منطبق ہو جاتی ہے۔ سوئی کو پھر ڈائل کی سطح کے اوپر نصف النہار کے متوازی لگانا پڑتا ہے۔ ساعتی خطوط تمام شمال اور جنوب کے خط کے متوازی ہوتے ہیں اور ان کا فاصلہ اس خط سے اتنا ہوتا ہے جتنا کہ مماس ساعتی دائرہ کے میلان کا جو نصف النہار سے ہو سوئی کی اونچائی نصف قطر ہوگی۔

فرض کرو س = سوئی کی اونچائی جو سوئی کے ڈائل پر ہو۔ سؔ زاویہ ساعت درجوں میں ہے۔ اور ظہر کے خط سے عمودی فاصلہ کسی ساعتی خط کے متناظر و ہے۔ تب و = س × مس سؔ۔ ایک اول السموت ڈائل کی سوئی ظاہر ہے کہ اس کے اُفق کے ساتھ عمود وار ہوگی اور خطوط ساعت ۱۵ درجہ کے زاویے ایک دوسرے کے ساتھ برابر بناتے چلے جائینگے۔

لہ (stilo) ۔ سوئی ۔ شاخص

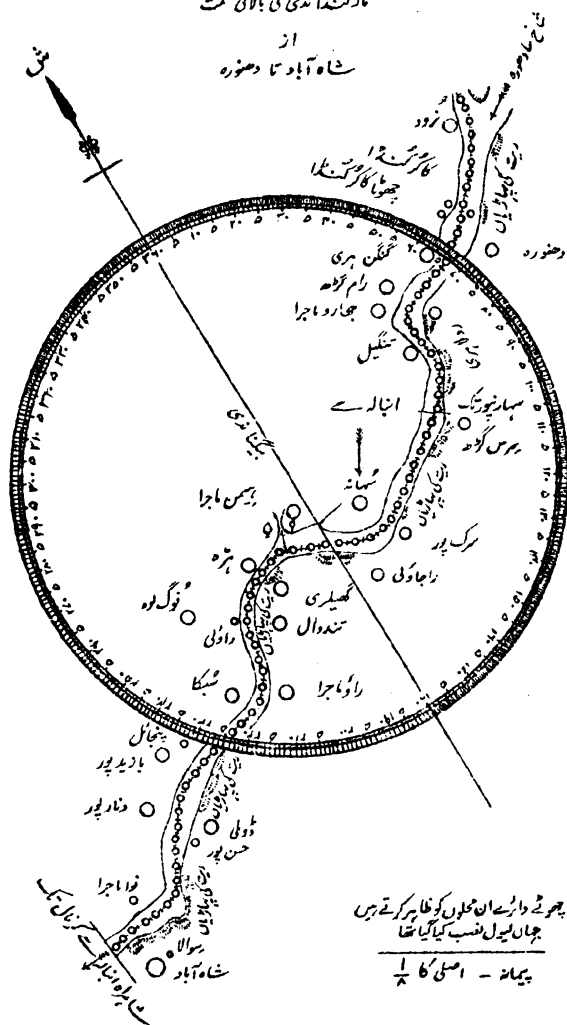
# باب چہارم
## انجینیری پیمائشیں

(۸۷) پیمائش کے جن طریقوں کا حال پچھلے بابوں میں بیان کیا گیا ہے ان کے متعلق یہ خیال کر لیا جائے کہ ان کا کلی مدعا پیمائش شدہ زمین کا نقشہ تیار کرنا ہوتا ہے اور جس کی صحت، زیادتی یا کمی وقت، محنت اور وسائل پیمائش کے مطابق ہوتی ہے۔

**انجینیری پراجکٹ** ـــــ بہر حال جب پیمائش کسی انجینیری پراجکٹ کی تیاری کے خاص مقصد کے لیے کی جاتی ہے تو نقشہ کی تیاری کو اصلی مجوزہ کا معاون سمجھنا چاہیے۔ اور جو بھی طریق عمل اختیار کیا جائے اس کو ابتدائی معطیات کی فراہمی پر منتظم کرنا چاہیے۔

معمولی منصوبے جو ہندوستان میں انجینیروں کے زیر غور رہ سکتے ہیں وہ سڑکوں، ریلوں اور نہروں کے ہو سکتے ہیں سیلیات اور آبرسانی کے پراجکٹوں کی بھی کبھی کبھی ضرورت پڑ جاتی ہے اور بندرگاہ کے کام اور روشنی کے مینار بھی ممکن ہے کہ تجویز کرنے پڑ جائیں لیکن ان آخری منصوبوں کی پیمائش ایک خاص شاخ پیمائش سے تعلق رکھتی ہے جس کو بحری پیمائش کہا جاتا ہے اور اس کو اس کتاب میں بیان نہیں کیا جائیگا۔

جن پراجکٹوں کا ذکر اوپر کیا گیا ہے ان کی پیمائش کے ضروری عمل کا انحصار بہت زیادہ ان نقشوں پر ہوتا ہے جو متعلقہ حصۂ ملک کے لیے

لیولوں کا ارتسام
مارکنڈا ندی کی بالائی سمت
از
شاہ آباد تا دھنورہ
چھوٹے دائرے ان محلوں کو ظاہر کرتے ہیں
جہاں لیول نصب کیا گیا تھا
پیمانہ ۔ اصلی کا ۱/۸
شاہ آباد
دھنورہ
انبالہ سے
سہارنپور تک

دستیاب ہو سکتے ہوں۔ ہندوستان کے بہت سے حصے اب اس قدر صحیح طور پر پیمائش کیے جا چکے ہیں اور ان کے نقشے بھی تیار ہو چکے ہیں کہ بس اتنا ہی کافی ہو سکتا ہے کہ اس زمین کے رقبے کو بڑے پیمانہ پر حسب ضرورت مرتسم کر لیا جائے۔ اگر اس مکبّر نقشے پر ضروری تفصیلیں حاصل نہ ہوتی ہوں تو ایسی تفصیلوں کا منشوری کمپاس، یا زاویہ گیر سے اندراج کر دیا جائے، یا یہ بھی کیا جا سکتا ہے کہ جب لیول لیے جا رہے ہوں تو فاصلہ نما کو تختہ مسطح کی معیت میں استعمال کر کے تفصیل بھر دی جائے۔ لیکن اس سبب سے کہ بہت ہی کم علاقے ایسے ہیں جہاں تمام زمین پر لیولوں کا جال ڈال دیا گیا ہو خواہ کسی ہی کے ساتھ کیوں نہ ہو اس لیے ہر ایک صورت میں یہ ضروری ہوگا کہ لیول کے سلسلے قائم کیے جائیں۔

اگر کسی قسم کے نقشے موجود نہ ہوں یا ایسے نقشے نہ ہوں کہ جن سے ضروری موقعے ایک مکبّر نقشے پر کافی صحت کے ساتھ لگائے جا سکیں، تب یہ ضروری ہوگا کہ ابتدائی پیمائشوں کے لیے ایسے نقشے کی تیاری کی ہدایت کی جائے۔

**۷۹ - ابتدائی پیمائشیں** ——— پیمایندہ جس کو کسی خاص رقبہ کا نقشہ ایک خاص میعاد میں تیار کرنا پڑتا ہے اکثر اس پس وپیش میں ہوگا کہ کونسا طریقہ اس پیمائش کے شروع کرنے کا بہترین ثابت ہوگا۔ آیا نقاط کا ایک سلسلہ جن کو مثلثائی کے ایک جال کے ذریعہ سے قائم کیا جائے، یا بند حصریوں کی ایک خاص تعداد سے کام کیا جائے اور گیل (Gale) کے طریقے سے اس کو مرتسم کیا جائے۔ اگر ملک کا حصہ پہاڑی ہے تو پہلا طریقہ غالباً سب سے زیادہ اچھا رہتا ہے اور آخر میں نہایت ہی سریع ثابت ہوتا ہے اس لیے کہ اس طریقے میں خطائیں جمع نہیں ہوتیں بلکہ وہ ایک مقام سے دوسرے مقام میں

(۱۱۳)

خود بخود درست ہوتی رہتی ہیں۔ لیکن اگر علاقہ مسطح ہے تو حصری پیمائش سے کام کرنا بغیر اس کے کہ پہلے سے نقاط کو مقرر کیا جائے بہت سریع طریق کار ہوتا ہے، اور ہندوستان کے میدانوں میں تمام عملی اغراض کے لیے کافی صحیح ہوتا ہے۔ اگر مثلثاتی پیمائش کو اختیار کیا جائے تو نتائج کی صحت پر زیادہ بھروسا کیا جا سکتا ہے لیکن یہ درجۂ صحت صرف زیادہ خرچ اور محنت برداشت کرنے پر حاصل ہو سکتا ہے، وجہ یہ ہے کہ اس میں بڑے اونچے اونچے مقامے بنانے پڑتے ہیں جہاں سے مشاہدہ کیا جا سکتا ہے۔ حصری پیمائش کی خطائیں جو جریب کشی کی وجہ سے ہوتی ہیں وہ یقینی طور پر تمام دور میں مجتمع ہونے والی ہوتی ہیں لیکن جب زمین متوسط درجہ کے لیول میں ہوتی ہے تو یہ خطائیں احتیاط برتنے سے گھٹ گھٹا کر کم سے کم ہو جاتی ہیں اور حسابی عمل میں ان کی رعایت کر دی جاتی ہے۔ پیمائش کی تفصیل ہر ایک صورت میں اسی طرح بھرنی چاہیے جس طرح کہ باب ششم حصہ اول میں بیان کیا جا چکا ہے۔

کسی سرزمین کا کم سے کم رقبہ جس کی پیمائش کرنی ضروری ہوتی ہے اس خیال سے مقرر کیا جاتا ہے کہ کم سے کم کونسا رقبہ ایسا ہے جو پراجکٹ زیر غور سے متاثر ہوگا۔ اس خیال کو مدنظر رکھتے ہوئے ایک نہر سے آبپاشی کرنے کے پراجکٹ میں جو اس زمین کے خاص پن ڈھال پر بنائی جائے پیمائش کے چار حدود نمایاں طور پر یہ ہونگے دو صدر نالے پن ڈھال کے دائیں اور بائیں، ایک طرف دریا کا وہ اونچے سے اونچا مقام جہاں سے نہر میں پانی آتا ہے اور اس کے مقابل میں وہ پست ترین مقام جہاں نہر کے دم کے پانی کو لے جانا تجویز کیا گیا ہو۔ ریل کی سڑک کی صورت میں یا صرف سڑک کی صورت میں جو کسی دو مقام ا اور ب کے درمیان تجویز کی گئی ہو ا ب خط مستقیم سے زیادہ سے زیادہ ممکن خطوطِ انفراج اِدھر اُدھر کی حدود کا تعین کرینگے، یعنی اس خط کے دائیں اور بائیں جس قدر زیادہ سے زیادہ

موڑ توڑ ہو سکیں ان کو حد سمجھنا چاہیے یہ دونوں طرف کے خم و پیچدار حدود وہاں تک ہونے چاہییں جہاں تک یہ خیال ہو کہ سڑک کو اس سے فائدہ پہنچیگا۔

عام تفصیل جو مطلوب ہوتی ہے ------ ریل ہو یا سڑک اس کے متعلق مندرجہ ذیل معلومات شمار کی جا سکتی ہیں:- تمام قصبوں اور دیہات کے محل اور ان کی وسعتوں کا مقابلہ جن پر اس پراجکٹ کا اثر پڑنا ممکن ہو۔ (اگر ان کی آبادی معلوم ہو سکتی ہے تو اس کو بھی نقشہ پر درج کر دینا چاہیے)۔ ندی جس پر پل بنانا پڑے اُس کی صحیح گذرگاہ اُن دونوں انتہائی سروں تک جہاں تک پل بنانا چاہیے، زیر کاشت رقبہ اور قابلِ کاشت یا جنگلات کی زمین جو اس خط کے نیچے آئے۔ خشت زار، پتھر کی کھدانیں، جنگلات کے یا دیگر سامان تعمیر جو سڑک کی تعمیر میں استعمال کیے جا سکتے ہوں۔ دلدلوں کے محل اور ان کی وسعت جن کو عبور کرنا پڑے یا شاید جن کا پانی خارج کرنا پڑ جائے۔

لیول ------ نقشہ جب اس حد تک تیار ہو جائے تو لیولوں کے سلسلے جن کی ضرورت ہو پھر اس کے بعد چلانے چاہییں اور ان کو نقشوں پر درج کر دینا چاہیے۔ تحویلی لیول ہر ایک مستقل نشان پر اور اہم مقام پر لکھ دینے چاہییں یا جہاں ایسے مقام موجود نہ ہوں تو ہر ایک پانچویں یا اس کے قریب قریب کسی مقام پر درج کر دینے چاہییں۔ اندراج اس طرح پر ہو کہ نقشہ ہندسوں سے گچھ پچھ نہ ہو جائے۔ (۱۱۴)

چاندا ------ "رائٹنگ امپیریل" کاغذ کا آدھا تختہ ۱۵" × ۲۲" جس میں ۹ انچ نصف قطر کا مستدیر چاندا ہو اور جو اس کے عین وسط میں چھپا ہوا ہو ابتدائی لیولوں کو مرتسم کرنے کے لئے نہایت موزوں ناپ کا ثابت ہوتا ہے۔ یہ مستدیر چاندا بڑے حصوں سے درجوں کو ظاہر کرتا ہے، اور ان سے بڑے حصے ہر پانچویں درجہ کو ظاہر کرتے ہیں اور ان سے چھوٹے حصے $\frac{1}{4}$ درجوں کو لیکن ان پچھلے نشانوں پر

شمار نہیں پڑے ہوئے ہوتے ۔ سرویر کو اپنے سابقہ میدانی کام سے یہ بخوبی معلوم ہوتا ہے کہ کس طرح اس کے لیولوں کے خطوط چلائے گئے ہیں اور اس ہی خیال سے وہ اپنے شمال اور جنوب کے خطوط کو کھینچتا ہے تاکہ چاندے کے اُس قطر میں سے گذریں جس کو وہ یہ سمجھتا ہے کہ اس کا کام کسی قدر کاغذ کی وتری سمت میں واقع ہو جائیگا ۔ اس کے بعد وہ پیمانہ کے اعداد اپنی سہولت کے لیے درج کر دیتا ہے ۔ اس طریقے سے ایک انچ فی میل کے پیمانہ کے نقشہ پر ایک ہفتہ کا لیول کا کام ۲۴ یا ۲۵ میل کے قریب مع ضروری طرفی تفصیل کے آجاتا ۔ ایسے نقشے کا ایک نمونہ مع ایک چاندے اور کچھ لیولوں کے تختی ۱۱ میں دیا ہوا ہے لیکن پیمانہ کے چھوٹا ہو جانے کی وجہ سے کچھ تفصیل چھوٹ جاتی ہے ۔

لیولوں کے دور کا ایک سطحی نقشہ اور ایک تراش یہاں دی گئی ہے ( تختی ۱۲ ) اس میں یہ ظاہر کیا گیا ہے کہ کس قسم کے اندراجات ہونے چاہییں اور طالب علم کو اسے اچھی طرح دیکھ لینا چاہیے کیونکہ بہت کم سرویروں کے سطحی نقشے اور تراشیں ایسی ہوتی ہیں کہ ان میں تمام وہ معلومات درج ہوں جو درج ہونی چاہییں ۔

(۸۰) **سڑک** —— اُس سڑک کی حالت میں جو سطح زمین پر سے گزرے بس اتنا کافی ہوتا ہے کہ اس سے پہلے کہ اصلی خط کو قائم کریں اس خط پر لیول کرنا چاہیے جس کا فیصلہ کر لیا گیا ہے ، یا اصلی خط سے پہلے کسی خاص آزمائشی خط پر لیول کیا جائے ۔ ندیاں جو راستے میں آئیں لیول کی جائیں اور ضروری آڑی تراشیں بھی لی جائیں تاکہ آب راہ کے متعلق مناسب حسابی عمل بھی کیے جا سکیں اور سیلابی خطوط کے تحویلی لیول بھی ہر جگہ بہت احتیاط سے دریافت کیے جائیں تاکہ بندوں کی مناسب بلندی تعیّن کی جا سکے ۔ آڑے لیول بھی اُن مقامات پر درکار ہونگے جہاں خط میں موڑ واقع ہوتا ہے اور جہاں ایک منحنی کی ضرورت ہوتی ہے ۔ اور نیز اُن مقامات پر جہاں خطِ مستقیم سے

ایک عارضی انفراج کام میں بچت کرنے کے لیے درکار ہوتا ہے۔ مثلاً کسی دلدل میں سے یا پہاڑی پر سے عبور کرنے میں۔

پہاڑی سڑکیں ــــ کسی پہاڑی علاقہ میں کسی سڑک کے گذر کو منتخب کرنے میں بہت زیادہ احتیاط اور توجہ کی ضرورت ہوتی ہے۔ اس سے پہلے کہ کسی بات کا قطعی فیصلہ کیا جائے متعدد ممکن خطوط پر جو دونوں سروں کے مقامات کے درمیان ہوں غور کیا جائے اور خاص توجہ ہر ایک خط کے لازمی نقاط پر دینی چاہیے۔ ایک اور بڑا ضروری اصول جس کو ہمیشہ ذہن میں رکھنا لازمی ہے یہ ہے کہ چڑھائی اور اُتار جہاں تک ہوسکے یکساں ہوں اور مخالف سمتوں کے ڈھال بدرجہ اقل[1] گھٹا دینے چاہییں۔ علاوہ ازیں اگر ایک دشوار گزار روک جیسی کہ ایک کھڑی چٹان یا گہرا غار سامنے آجائے جو بظاہر بالکل ناقابل عبور معلوم ہوتا ہے بجز اس کے کہ اس کے عبور پر بہت غیر معمولی خرچ کیا جائے لیکن ممکن ہے کہ یہ دراصل اس کے بالکل برعکس کم لاگت ثابت ہو، اس لیے کہ اس سے بچنے کی غرض سے بہت سی چھوٹی چھوٹی مشکلات جو پیش آتی ہیں وہ انجام کار بہت زیادہ اسراف کا باعث ہوسکتی ہیں۔ واضح اسباب کی بناء پر عمیق کٹائیاں پہاڑی کی بغل سے جہاں تک ہوسکے بچائی جائیں لیکن ایسی حالت میں کہ پہاڑی کی طرف کا ڈھال بہت زیادہ ہے تو سڑک کا گذر اس طرح منتخب کیا جائے کہ مجوزہ سڑک کی تمام چوڑائی کو پہاڑی کی پوری بغل میں سے کاٹ لیا جائے۔ (۱۱۵)

پہاڑی سڑک کی پیمائش کرنے سے پہلے، تقریبی لازمی

---

[1] اس کی صورت یہ ہوسکتی ہے جیسا کہ جدید رواج گاڑیوں کے لیے پڑ گیا ہے کہ دونوں ڈھالوں کے درمیان مسطح حصے چھوڑ دیے جائیں تاکہ جانوروں کو آرام لینے کا موقع مل جائے۔ یہ ترکیب اس وقت تک کارگر تصور کی گئی ہے۔

نقاط پہاڑیوں کی کمر پر فرض کر لیے جاتے ہیں - اور چونکہ سڑک کے گذر کی لمبان مابینی وادیوں میں بہت زیادہ دھوکا دینے والی ثابت ہوتی ہے اور عموماً اُس سے زیادہ ہوتی ہے جتنی کہ تقدمہ میں آچکی ہے اس لیے ہمارے مفروضہ لازمی نقاط کے باہمی محل ایک دوسرے سے ہمیشہ زیادہ ڈھال کے ساتھ حسابی عمل میں آنے چاہییں' یہ ڈھال اُس سے زیادہ ہوں جس پر کہ عمل کرنا مطلوب ہو - مثال کے طور پر فرض کرو کہ ایک سڑک ۲۰ میں ا کی سلامی سے لگانی ہے' ایک محل ایک پشتِ کوہ پر معلوم ہے' اور اس کی ضرورت ہے کہ یہ معلوم کیا جائے کہ سڑک کا گذر دوسری پشتِ کوہ پر کس جگہ ہوگا - ان دونوں کا مابینی فاصلہ قیاس کرنا اس قدر مشکل ہے اور عام طور پر اس قدر کم تخمینہ کیا جاتا ہے کہ دوسری پشتِ کوہ پر کا نقطہ زیادہ آسانی سے ایک زیادہ گہرا ڈھال ۱۷ میں ا یا ۱۸ میں ا مابینی سڑک کی تخمینی لمبان میں دے کر معلوم کر لیا جاتا ہے بمقابلہ اس کے کہ تخمینہ میں تقریبی ایزادی کر دی جائے - علاوہ ازیں یہ بھی یاد رکھنا چاہیے کہ جب سڑک کا گذر مقرر کر لیا جائے تو سڑک کی تکمیل پر حاصل شدہ ڈھال زیادہ ہوگا بمقابلہ اس کے کہ جو سڑک کے گذر کو موقع پر لگانے میں کام میں لایا جاتا ہے - ابتدائی راستہ اس خیال سے کسی قدر زیادہ سہل ہونا چاہیے بمقابلہ اس کے کہ جو انتظامی طور پر مطلوب ہو - اور گو یہ کہنا مشکل ہے کہ اس کی کیا گنجائش رکھی جائے کیونکہ یہ زمین کی حالت کے ساتھ تبدیل ہوتا رہتا ہے لیکن عام طور پر یہ فرض کیا جا سکتا ہے

| | |
|---|---|
| ڈھال ۳۲ میں اکا | ۳۰ میں اکا موقع پر رہتا ہے |
| ڈھال ۲۲ میں اکا | ۲۰ میں اکا موقع پر رہتا ہے |
| ڈھال ۱۶ میں اکا | ۱۵ میں اکا موقع پر رہتا ہے |

پہاڑی سڑکوں میں پیچ و خم جہاں تک ہو سکے نہ رکھے جائیں کیونکہ ان کی ہمیشہ مرمت کرنی پڑتی ہے' اور اگر بنانے ہی پڑیں تو

ان کو کمزور مٹی میں نہ لے جانا چاہیے یا کسی قدرتی نالے کے پار نہ لے جانا چاہیے، لیکن یہ اُس وقت قابلِ اعتراض نہیں رہتے اگر ان کو اس طرح ترتیب دیا جائے کہ ہر ایک حصہ کے پانی کا نکاس موٹر پر سڑک سے نیچے دور جاکر ڈال دیا جائے۔ گھاٹ رہنما آلہ ایبنی (Abney) لیول اور ڈی لیسل (De Lisle) کا عاکس لیول سب کے سب پہاڑی سڑکوں کی پیمائش میں کام آتے ہیں اور کافی صحت کے ساتھ گاڑی اور قلیوں کی آمد و رفت کے راستوں کے لیے کام دیتے ہیں۔

(۸۱) **ریل کی سڑکیں** ——— ریل کی سڑک کی پیمائش معمولی سڑک کے بالکل مشابہ ہوتی ہے لیکن اس میں بہت زیادہ کام کرنا پڑتا ہے اس میں ڈھالوں کے معاملہ میں بہت زیادہ توجہ کی ضرورت ہے، اور بہت سے مستقیم حصوں کو آپس میں باقاعدہ منحنیوں سے ملا دینا چاہیے۔

۱۸۹۳ء میں ایک کمل اور صحیح مجموعہ ان "قواعد کا جن کی ریلوے پراجکٹ تیار کرنے میں پابندی کرنی چاہیے" گورنمنٹ آف انڈیا کی خدمت میں پیش کرنے کے لیے تیار کیا گیا تھا اور اس کی صحت ۱۹۱۸ء تک کر دی گئی ہے اس میں بہت مفصل ہدایات پراجکٹ کے متعلق دی جا چکی ہیں۔ (۱۱۶)

ایک یا زاید آزمائشی خطوط عام طور پر پیمائش کیے جاتے ہیں اور اس کے بعد حقیقی سمت ریلوے کی سڑک کی مقرر کر لی جاتی ہے اور جس قدر زیادہ صحت کے ساتھ ایسی آزمائشی پیمائشیں کی جاتی ہیں اُسی قدر زیادہ ان سے حقیقی صحیح خط کا تقرب حاصل ہوتا ہے، اور اس صحیح پیمائش سے ہی دو حریف خطوط کا قابلِ اعتماد مقابلہ کیا جا سکتا ہے۔ ابتدائی پیمائشوں میں اس خیال سے یہ طریقہ نہیں ہے کہ باقاعدہ منحنی ایک ناہموار زمین میں لگایا جائے اور نہ اُس سے

زیادہ لیول لیے جائیں جو مٹی کے کام کا تخمینہ کرنے کے لیے کافی خیال کیے جائیں - لہٰذا ریل کی سڑک پیمائش کرنے کے لیے جس بات کی ضرورت ہے وہ یہ ہے کہ ایک زاویہ گیر سے ایک لازمی نقطہ سے دوسرے تک حصری پیمائش کی جائے اور پھر اس حصری کے خطوط پر لیول کیا جائے -

مقامات کے دکھاؤ کی آسانی کے لیے اکثر یہ ہوتا ہے کہ انجینیر زمین کی بلند کمروں پر جو راستہ میں آتی ہیں خط کے موڑ قائم کر لیا کرتے ہیں لیکن خوب سوچ سمجھ کر اگر ممکن ہو سکے تو ان سے ہٹے رہنا چاہیے اور ہر وقت اس بات کا خیال رکھنا چاہیے، اس لیے کہ اگر خط کو مستقل سڑک کے لیے تجویز کیا گیا ہے تو اس کو پھر پیمائش کرنا پڑیگا یا پہاڑ کی تمام کٹائیاں منحنی میں واقع ہونگی -

عام طور پر پیمایندہ جو حصری کی پیمائش کرتا ہے وہ کھونٹیاں لگا دیا کرتا ہے، یا ہر ایک ۳۰۰ یا ۵۰۰ فٹ کے فاصلہ پر نشان لگا دیتا ہے - یہ نشان کشادہ زمین پر اس فاصلہ پر ہوتے ہیں اور پہاڑی زمین میں یا ٹوٹی پھوٹی زمین میں ہر ۱۰۰ فٹ پر ہوتے ہیں کھونٹیاں اور نشان اس لیے لگائے جاتے ہیں کہ لیول کرنے والے کو جو پیچھے پیچھے کام کرتا آتا ہے جریب کشی نہ کرنی پڑے - ان کھونٹیوں پر نمبر لگانے کا کام برابر ایک ہی ترتیب میں رہتا ہے - سرویر جریب کشی کی لمبائی کو شروع ہی سے برابر جاری رکھتا ہے اور یہ نہیں کرتا کہ پچھلی سیدھی لین سے انحراف پر وہ اپنی جریب کشی پھر شروع کر دے - اس آزمائشی پیمائش میں یہ ظاہر ہے کہ لیول مماسوں کے خطوں پر لیے جاتے ہیں بجائے منحنیوں کے، اور اس طرح ریلوے کا خط کسی قدر اس سے زیادہ لمبا ہوتا ہے جتنا کہ وہ حقیقی طور پر زمین پر لگانے کے بعد ہوتا ہے لیکن نتائج آزمائشی پیمائش کے لیے کافی صحیح ہوتے ہیں - نیز ایک آزمائشی پیمائش میں تفصیل کی مقدار اقل ترین کی جا سکتی ہے -

پیمائشی خط کی زیادہ تفصیل کی ضرورت دشوار گذار زمین میں اور شہروں اور گانوں میں زیادہ ہوتی ہے لیکن کسی بڑی صحت کی ضرورت نہیں ہوتی اس لیے کہ نتائج کا مقابلہ ہی صرف مقصود ہوتا ہے۔ آزمائشی پیمائش میں اس لیے تمام تفصیل جس کی ضرورت پڑتی ہے وہ اُن روکوں اور دشواریوں کو دکھانے کی ہوتی ہے جو خطوط حصری کے نزدیک واقع ہوں، اور نیز خط کے دونوں جانب چند صد گزوں تک ندیوں اور نالوں کے ارگ دکھانے ہوتے ہیں۔

بہر حال جب ریل کی سڑک کا فیصلہ کر لیا جائے تو اس پیمایندہ کا کام جس کو اس کی آخری خطیائی کرنی ہوگی بہت زیادہ نازک ہوتا ہے۔ اس انتخاب شدہ لائین سے دونوں طرف کی تفصیل دکھانی پڑتی ہے تاکہ ممکن خفیف انحراف کیے جا سکیں۔ ان کی ضرورت اس وقت ہوگی جب یہ معلوم ہو کہ تخمینے تسلی بخش نہیں ہیں اور مزید جستجو کی ضرورت ہے۔ (۱۱۷) ایک خط کو موقع پر لگانے کے لیے عام رواج یہ ہے کہ کئی سیدھے حصوں کو صحیح طور پر لگا لیا جائے اور پھر نہایت موزوں منحنیوں کا انتخاب کیا جائے۔ جو ان کو ملانے کے لیے موزوں ہوں، اِس خط کی پھر حصری پیمائش معمولی طور پر کی جاتی ہے اور منحنیوں کو جوں جوں کام آگے کو بڑھتا جاتا ہے موقع پر لگا دیا جاتا ہے۔ جریب اندازی کو عام طور پر ابتداہی سے شمار کرتے جاتے ہیں اور وسطی خط پر ہر ۱۰۰ فٹ پر کھونٹیاں لگا دی جاتی ہیں تاکہ لیول کرنے والے کو سہولت رہے جو ہمیشہ زاویہ گیر والے آدمی کے پیچھے کام کرتا ہوا آتا ہے۔ اِدھر اُدھر کے ملک کی تفصیل بھی وہی آدمی پُر کرتا ہے جو حصری پیمائش کرتا ہے لیکن یہ زیادہ مناسب ہے کہ یہ کام اُس مددگار پر چھوڑ دیا جائے جو تختہ مسطح سے کام کرتا ہوا پیچھے آتا ہے اور جس کے تختہ پر تمام خط اور ۱۰۰ فٹ والی کھونٹیاں صحیح طور پر دکھائی ہوئی ہوتی ہیں۔

ریل کی سڑک کے خط کو موزوں میعادِ وقت کے اندر قائم کرنے کے لیے جو چھوٹی سے چھوٹی کام کرنے والی جماعت درکار ہوتی ہے اُس میں ایک کارفرما انجینیر اور دو مددگار انجینیر ہوتے ہیں۔ ذمہ دار افسر خط کے

نشان قائم کرتا ہے، حصری پیمائش کرتا ہے، اور منحنیاں لگاتا ہے۔ ایک مددگار لیول کرتا ہوا پیچھے رہتا ہے، یہ خط کی صحیح تراش تیار کرتا ہے اور نیز اور تمام اڈے لیول بھی لیتا ہے۔ دوسرا مددگار تختہ مسطح اور دیگر آلات کی مدد سے حسب ضرورت مطلوبہ منطقہ ملک (ملک کی لمبی پیٹی<sup>ل</sup>) کی پیمائش کر لیتا ہے اور تمام ندیاں جن کو خط کاٹتا ہے کچھ فاصلہ تک پیمائش کر لی جاتی ہیں، لیول کی پڑتال بھی یہی انجینیر کرتا ہے۔ عملہ کو زیادہ کر کے مذکورہ بالا کام اور بھی زیادہ تقسیم کیا جا سکتا ہے اور کام کی رفتار زیادہ کی جا سکتی ہے ان کے علاوہ اور مددگار بھی موجود رہتے ہیں تاکہ مشکل حصوں میں متبادل خطوط پیمائش کر لیے جائیں اور مثل دریاؤں کے عبور وغیرہ کے اور بہت سی تفصیل کی پیمائش کر لی جائے۔ اگر اس کا انتظام ہو سکے تو مناسب ہے کہ ایک جماعت کو ریل کی سڑک کی ۱۵۰ سے ۲۰۰ میل تک لمبائی کو موقع پر لگانے کی گنجائش دی جائے اور کام کو اس طرح منظم کیا جائے کہ جو بہت سے افسر کام کر رہے ہوں وہ سب مقابلۃً اکٹھے ہو کر کام کریں۔ پڑتالی لیول برابر چلائے جائیں اور حصری پیمائش کرنے والے کو بہت آگے تک نہ بڑھ جانا چاہیے جب تک کہ لیولوں کی صحت کی پڑتال پوری طرح نہ کر لی جائے۔ اگر ایک آدمی کو اپنے لیول خود ہی پڑتال کرنے ہیں تو اس کو چاہیے کہ وہ اس کو مخالف سمت میں کرے، اور صرف مستقل نشانوں پر جو اصلی خط پر ہوں اور دیگر لازمی نقاط پر بس کرے۔ لیکن اس کا یہ انتظام رہے کہ پڑتالی لیول اصلی لیول کرنے والے سے بالکل علیحدہ کیے جائیں۔

ایک ریلوے لائن کو خطیانے کا کام ہمیشہ آزمائشی پیمائشوں کے بعد شروع کر دیا جاتا ہے اس لیے صرف ضروری یہ ہوتا ہے کہ ابتدائی نشان ایسی طرح بنا دیے جائیں کہ جن سے آزمائشی خطوط میں سے کوئی سا آسانی سے مل سکے۔ اس کا طریقہ یہ ہے کہ درختوں کو جھلس دیا جائے، عمارتوں پر نشان کر دیے جائیں، وغیرہ وغیرہ۔ اُن درختوں اور عمارات پر

ل Belt of the country

نشان کیے جائیں جن کے پاس سے پیمائشی خط گزرے اور جہاں کہیں
مماس ملتے ہیں وہاں نیم مستقل نشان کر دینے چاہییں اور اگر (۱۱۸)
احتیاط سے خاکے اتار لیے گئے ہیں اور ان نشانوں کے متعلق احوال
کا اندراج پیمائش بیاض میں کر لیا گیا ہے تو پیمائش کے خط کو تلاش
کر لینے میں کوئی مشکل نہیں ہونی چاہیے۔ مقامی خطیائی ہوئی پیمائشی لین
کے نشان زیادہ مستقل قسم کے ہونے چاہییں اور عام رواج یہ ہے
کہ ہر ایک اصلی خط پر میل کی بُرجی کو اور ہر ایک گولائی کو پکے نشان
بنا کر یکے بعد دیگرے دکھانا چاہیے۔ اگر مماسوں کے تقاطع کے نقطے کا
بھی پکا نشان بنا دیا جائے تو اس سے بھی بہت مدد ملتی ہے۔ مرکزی
خط بھی ایک مسلسل داغ بیل سے جو ۶ انچ سے ۹ انچ تک گہری ہوتی
ہے سطح زمین پر کاٹ کر دکھایا جاتا ہے۔ یہ داغ بیل ہندوستان کے
میدانوں میں اُس حصۂ زمین کے ابعاد کو ظاہر کرتی ہے جو
ریل کی سڑک کے لیے درکار ہوتی ہے یہ طریقہ عام طور پر استعمال
ہوتا ہے اور کافی صحت حاصل ہوتی ہے۔

(۸۲) نہر ——— نہر کی پیمائش کے لیے جس قسم کی پیمائش
کی ضرورت ہوتی ہے اس کا انحصار زیادہ تر ملک کی نوعیت
اور کام کی مقدار پر جو تعمیر کرنا ہے' ہوتا ہے۔ ایک ناہموار یا پہاڑی ملک
میں تقریبی سمت' ایک آبپاشی کے نالے کی فوراً ظاہر ہو جاتی ہے
اور خرد رجبہوں کے محل تمام صورتوں میں مقامی ضروریات کے
موافق تبدیل ہوتے ہیں۔ لیکن کسی بڑی آبپاشی کی نہر کے لیے
جو ہندوستان کے میدانوں کے لیے درکار ہوتی ہے بہت وسیع
پیمائش کی ضرورت ہوتی ہے۔

ایسے پراجکٹ کے لیے علاوہ مطلوبہ تفصیل کے یہ ضروری ہوتا
ہے کہ اس ملک کے نقشہ کو جس پر سے نہر گذرتی ہے لیولوں کے
جال سے بھر دیا جائے اور عام طور پر یہ اس طرح کیا جاتا ہے کہ اندازاً

متوازی خطوں کا ایک سلسلہ تقریباً ایک ایک میل کی دوری پر پیمائش کیا جائے اور جہاں تک ہو سکے یہ خطوط اس ملک کے پن ڈھال سے انداز اً قائمہ میں ہوں - اگر لیولوں کے ان خطوط کے سروں کو ملاتے ہوئے لیولوں کے اور خطوط پیمائش کر لیے جائیں تو کام سلسلہ وار ہو جاتا ہے اور ہر ایک حصہ باقی کے لئے پڑتال کا کام دیتا ہے - نہر کے لیے بہترین خط غالباً فوراً ان کنٹوروں کی مدد سے جو اس لیول کے جال سے لگائے جائینگے ظاہر ہو جائیگا اور ایک خاصہ تقریبی تخمینہ بغیر کسی اور میدانی کام کے حاصل ہو سکتا ہے - لیکن اگر کوئی ریت کے ٹیلے بلند زمینوں کی کمریں، یا وسیع کم گہرے نشیب زمین کے قطعے راستہ میں آ جائیں اور جو ان لیولوں کے عام خطوط سے اچھی طرح نمایاں نہ ہوتے ہوں تو یہ ضروری ہوگا کہ ایسے لیولوں کے خطوط اور چلائے جائیں تاکہ اگر ضرورت ہو تو پوری احتیاط کے ساتھ ایسے قطعوں کی زمین کی حالت ظاہر ہو جائے -

نہر کا خط جو منتخب کیا جاتا ہے وہ عموماً بلند ترین زمین پر جاتا ہے یعنی زمین کی کمر پر اور اس کی خطیائی اس قدر مستقیم ہونی چاہیے جتنی کہ ممکن ہو سکے - ذرا سی زیادہ پانی کی رو کے ساتھ نہر کا حصہ جو گولائی کے باہر کی طرف کو ہوتا ہے کٹ جاتا ہے اس کو سنگ بند کرنا پڑیگا اور اس طرح پر ابتدائی لاگت بہت بڑھ جائیگی جب تک کہ گولائیوں کو نہایت سہل نہ کر دیا جائے -

**(۸۳) نہر کی پیمائشیں** ———— ان کے متعلق مندرجہ ذیل ہدایات کی مدد سے جو کلی حیثیت میں کرنل کرافٹن[1] آر - ای چیف انجینیر پنجاب ایریگیشن کے زمانہ کی شائع کی ہوئی ہدایات پر مبنی ہیں مزید ضروری اطلاع حاصل کی جا سکتی ہے - ہر قسم کی انجینیری پیمائشوں پر ان کا اطلاق ہو سکتا ہے - (۱۱۹)

[1] Colonel Crofton, R. E. Cheif Engineer of irrigation

آزمائشی لیول اور پیمائش کرنا ــ زمین کی سطح کے لیولوں کے علاوہ اندازاً پیمائش یا سرسری پیمائش بھی مطلوب ہوتی ہے جس میں مندرجہ ذیل باتوں کے متعلق معلومات فراہم کی جائیں یعنی تقریبی مواقع دیہات یا قصبات کے سیلیات کے خطوط، سڑکیں، ریلیں، قدیم جل مارگ، انہار، نالے (صدر یا راج بہے) بلند یا بانگر زمین کی حدود، مشہور عمارتیں، چاہات، زمینوں کی خاصیت، فصلیں، درخت، وغیرہ وغیرہ پتھر یا کنکر کی کھدانوں کے مقام، وغیرہ۔ وہ مقامات جن کے درمیان سڑکیں ہیں اور ان کی جہتیں (اگر وہ باقاعدہ پیمائش شدہ ہیں) دکھانی چاہییں اگر یہ پشتہ پر ہوں تو ان کی چوٹی کی سطح کے لیول دکھانے چاہییں۔ ان کے علاوہ جن کی ضرورت پڑتی ہے وہ یہ ہیں: باقاعدہ نکالی ہوئی نہروں کے نالوں کی یا آبپاشی کے کھدے ہوئے نالوں کی جہتیں، اور ان کی تہوں کے لیول اُن نقاط پر جہاں ان کو عبور کیا گیا ہو اور ایک آڑی تراش سمت نہر کے قائمہ میں جس میں پوری رسد کا لیول بھی دکھایا گیا ہو۔

(۸۴) پانی کا لیول ــ پست ترین مقام جو ندیوں کی تہوں میں ہو اور مقام عبور پر ہو، مع ان کی گذر گاہوں کی آڑی تراش کے جو ان کے قائمہ میں ہوں اور بلند ترین سیلاب معلومہ لیول کے، مع تاریخ وقوعہ سیلاب بشرطیکہ یہ معلوم ہو سکے، دریاؤں کے پانی کی سطحیں (مع ان کی تاریخ مشاہدہ)، پست ترین تہ کے اوپر پانی کا عمق (اگر حاصل ہو سکتا ہے)، اور معمولی اور بلند ترین سیلاب کا لیول، تالابوں کے فرشوں کے لیول اور بڑی بڑی دلدلوں کے پست ترین لیول بھی مشاہدہ کرنے چاہییں اور لیولوں کے خطوط سے ملا دینے چاہییں۔ ایسی آڑی تراشوں کے محل جو پیمائشی خط سے دور لیے جائیں اُن کو ہمیشہ حصری کے خطوں سے ملا دینا چاہیے۔

تمام پُلوں یا پُلیوں کے آب راہ جو راستہ میں آئیں یا لیول کے خطوط کے نزدیک ہوں ناپ لینے چاہییں، اور ان کے فرشوں

## لیولوں کا دَور رُڑکی کے پل سے

براہ مواضعات

بنگھیری، کھنکا، ڈانگ ہیڑی، ہیواہ

اور

نہر گنگا کے کنارے کنارے

ابتدائی نقطہ تک

پیمانہ ـــ ۱۶۰۰ فٹ = ۱ انچ

### حوالجات

بنیادی خطام ۔پ۔ل کراچی پر

م۔ن ۱ سے ۱۵ تک

| | |
|---|---|
| م۔ن | مستقل نشان |
| پ۔ک | پختہ کنواں |
| م۔پ | میل کا پتھر |
| ت۔ل | تحویلی لیول |
| پ۔ج | پیش جہت |
| سیاہی میں | تحویلی لیول |
| نیلے | فاصلے اور رقبے |

### مستقل نشان (م۔ن)

م۔ن ۱ — نہر گنگا پر سے رُڑکی کے پل پر
منڈیر کا ت۔ل ۸۸۷٫۱۵
فرش کا " ۸۵۹٫۹۵
پانی کا " ۸۶۷٫۱۰
(تاریخ ۱۵ر جنوری [illegible])

م۔ن ۲ — نہر گنگا کے دفتر کی کرسی پر جنوب مغربی کونہ
ت۔ل ۸۷۵٫۴۸

م۔ن ۳ — بنگھیری کا کے قریب پختہ کنواں
ت۔ل ۸۵۶٫۶۱

م۔ن ۴ — جلال پور کے قریب کے مندر کی کرسی پر جنوبی جانب
ت۔ل ۸۷۸٫۹۰

م۔ن ۵ — زبردست پور کے قریب عیدگاہ کی کرسی پر جانب جنوب
ت۔ل ۸۷۳٫۰۰

م۔ن ۱۱ — رُڑکی کے نزدیک سولانی پل پر جنوبی پیل پایہ سے تیار ہویں خانے کے فرش کے نیچے
ت۔ل ۸۳۵٫۶۴

م۔ن ۱۰ — میاپور سے نہر گنگا کے پیل شاپر جو سولانی کے پل کی منڈیر پر ہے
ت۔ل ۸۷۲٫۵۶

م۔ن ۹ — نہر گنگا کے میل ۲ کے پتھر کی کرسی پر جو میاپور سے نہر گنگا کے پشتہ پر واقع ہے
ت۔ل ۸۷۳٫۸۲

م۔ن ۸ — نہر گنگا کے ہیواہ پل پر
منڈیر کا ت۔ل ۸۹۱٫۶۸
فرش کا " ۸۶۵٫۶۴
پانی کا " ۸۷۲٫۱۶
(۱۳ر جنوری [illegible])

م۔ن ۷ — کلیان پور کے نزدیک پختہ کنویں کے حلقہ پر
ت۔ل ۸۳۸٫۷۴

م۔ن ۶ — جوراسی کی چوپال کی کرسی پر مشرقی جانب
ت۔ل ۸۴۱٫۲۱

نوٹ:۔ شیر پور اور برہم پور دیہات کے تقاطع بہت بُرے منتخب کیے گئے ہیں، اور لازم تھا کہ آب راہ یا رُڑکی کے پُل یا ہردوار کی سڑک کے تقاطع پر سے تعروائت لے کر تکمیل کی جاتی۔

کے یا پیل پایوں کی کرسیوں کے لیول، یا محرابوں کے نیچے کی تہوں کے لیول اگر ان پر فرش نہ ہوں مع سیلابی نشانوں کے بہت احتیاط سے درج کر لینے چاہییں۔

جہاں کہیں کوئی چاہ مل جائے یا بطور ایک مستقل نشان کے استعمال کیا جائے تو پانی کی سطح کا لیول لے لینا چاہیے، اور اس مستقل نشان کے نیچے کا عمق کافی صحت کے ساتھ جریب سے ناپ لینا چاہیے۔ اگر پانی چاہ سے کھینچا جاتا ہے تو عام طور پر پانی کی سطح غیر معمولی طور پر پست ہو گی۔ ایسی صورت میں جہاں پانی عام طور پر کھڑا رہتا ہے اس حالت میں کہ پانی نہ کھینچا جائے لینی چاہیے اگر وہ دریافت ہو سکے۔ پانی کی خاصیت کہ آیا وہ میٹھا ہے یا نمکین درج کرنی چاہیے۔ چشموں کے پانی کی سطح کے لیول جہاں کہیں ملیں کبھی نظر انداز نہیں کرنے چاہییں۔ یہ نہایت ہی ضروری بات ہے۔

مٹیوں کے رنگ اور ان کی کیفیت کہ آیا وہ ریتلی ہیں یا چکنی مٹی وغیرہ یا سفید یا بھورے رنگ کا شورا[1] ہے جس کو "ریہ" یا "کلر" بولا جاتا ہے درج کرنا چاہیے۔

(۸۵) **میلیاتی خطوط** —— پیمائش کے مقاصد میں سے ایک یہ بھی سب سے بڑا مقصد ہے کہ زمین کے میلیات کا مکمل نقشہ تیار ہو جائے اس لیے ان کے محل کو دریافت کرنے پر بہت احتیاط نہیں برتی جا سکتی۔ (دریاؤں کو نکال کر) ان کی دو قسمیں کی جا سکتی ہیں: پہلی وہ جو آسانی سے اپنی جسامت کی وجہ سے پہچانی جا سکتی ہیں وہ جو خوب نمایاں نالوں کی شکل میں ہوتی ہیں اور نشیب زمین میں متصلہ زمین کے عام لیول سے نیچے بہتی ہیں۔ ان میں اور دریاؤں میں بے شمار نالے قسم دوم کے اپنا پانی ڈالتے ہیں۔ اس قسم کے پن بہاؤ[2] کے خطوط صرف لیول ہی کی مدد سے معلوم نہیں کیے جا سکتے۔ ان کا منبع جھیلوں (دلدلوں) میں ہوتا ہے جو پن ڈھال کے نزدیک ہوتا ہے

(۱۲۰)

[2] پن بہاؤ
[1] efflorescence

اور اِن کے گذر جھیلوں کے ایک سلسلے میں سے ہوتے ہیں جن کا الحاق مابینی پست آراضیات سے ہوتا ہے ۔ کالی، چکنی مٹی، "ریہ" موٹی گھاس اور ایسی فصلیں جن کو کثرت سے آبپاشی کی ضرورت ہوتی ہے مثلاً نیشکر، روئی، وغیرہ، عام طور پر اُن جگہوں کا پتہ دیتی ہیں جہاں پانی ٹھہرا رہا ہے یا جہاں بہت بڑی مقدار میں بہا کرتا ہے ۔ اس قسم کی زمین بغیر تحقیقات کے کہ آیا یہ بارش میں سیلاب زدہ ہوتی ہے یا نہیں نہ چھوڑی جائے اور اس کی سمت بھی دریافت کر لی جائے کہ کس طرف سے پانی آتا ہے اور کس طرف کو جاتا ہے ۔ "ریہ" اگر مٹی میں موجود ہے تو وہ ہمیشہ اُن مقامات میں جہاں پانی کھڑا رہا ہو سطح کے اوپر آجاتی ہے اور موسم سرما میں سب سے زیادہ مقدار میں نمایاں ہوتی ہے ۔

بڑے بڑے شہر یا گاؤں عام طور پر ایسے پن بہاؤ کے نزدیک واقع ہوتے ہیں یا ایسی نشیبی زمین کے قریب ہوتے ہیں جہاں مینہ کا پانی جمع ہوتا ہے ۔ ملک کے ایسے حصوں میں جن میں بڑی بڑی طغیانیاں آتی رہتی ہیں چھوٹے دیہات خاص کر ہمیشہ طغیانی کی حدود سے باہر اونچی زمین پر واقع ہوتے ہیں ۔ بہر حال غیر معمولی سیلابوں کے دریافت کرنے کے لیے ان دیہات کے محلِ وقوع پر بالکل بھروسہ نہیں کرنا چاہیے ۔

ریت کے ٹیلے، یا ریتلی مٹی عموماً تانگر یا بلند زمین پر پن ڈھال کو ظاہر کرتی ہے ۔

جہاں ایک نالے پر یا پن بہاؤ خطوط پر عبور ہوتا ہے اور تہ کا پست ترین نقطہ مشاہدہ شدہ ہوتا ہے تو اس میں بہت احتیاط سے کام لینا چاہیے کہ آیا یہ نقطہ تہ کے عام لیول پر ہے یا نہیں ۔ اگر یہ نہ ہو تو اس سے اوپر یا نیچے کا لیول ناپ لینا چاہیے اور درج کر دینا چاہیے ۔

جہاں مسیلیات سے واسطہ پڑتا ہے وہاں لیول کے خط سے اوپر اور نیچے ان کے گذروں کے متعلق تحقیقات کرنی چاہیے،

دیہات کے نام جن کے قریب سے وہ گذرتے ہیں وغیرہ، دریافت کر لینے چاہییں - اس طرح ہر آڑی تراش ہیں یکے بعد دیگرے ان کو مشاہدہ کرنے سے تمام زمین کے پن بہاؤ کا بہت مکمل نقشہ حاصل ہو سکتا ہے اور ساتھ کے ساتھ ہی دہانہ کی تہوں کے لیول کا ملا ہوا سلسلہ قائم ہو جاتا ہے -

اسی قسم کی پیمائشی تفصیل جو اوپر مفصل بیان کی گئی ہے تمام درج ہوں، سیلیاتی پراجکٹوں یا اور کام کے متعلق جو آبپاشی کا ہو لیول پیمائی یا پیمائش سے حاصل کرنی چاہیے -

(۱۲۱) دریائی طولی تراش کی لیول پیمائی کے لیے پیمائشی خط کو بڑی دھار کے ساتھ ساتھ لے جانا چاہیے - مقامے ہمیشہ کنارے پر یا خشک زمین پر رکھے جائیں جو دھار کے نزدیک ہو - پانی کی سطح کے لیول تھوڑے تھوڑے فصلوں پر (مع تاریخ کے) لینے چاہییں یہ لیول معمولی سیلاب کے اور بلند ترین معلوم سیلاب کے ہوں - سیل خیزوں کے (اگر ہیں) بالائی اور زیرین محل، اور پانی کی سطح کا لیول ہر ایک نقطہ پر درج کرنا چاہیے - پانی کا عمق اُس جگہ ناپا جائے جو نالے میں سب سے زیادہ گہرا مقام ہو اور جہاں سطح آب کو بڑھا گیا ہو - دریا کی سمت کے قائمہ میں آڑی تراشیں لینی چاہییں اور یہ تھوڑے تھوڑے فصل پر ہوں ان کو لیولوں کے سلسلوں سے ملا دینا چاہیے - آڑی تراش میں تہ، پانی کی سطح، اور معمولی اور بلند ترین سیلاب دکھانے چاہییں - پیمائش میں تمام خرد نالے اور معاون (اگر ہیں) تو سب دکھانے چاہییں اور جہاں تک ممکن ہو زمین کی تمام وسعت جو بڑے سیلاب میں غرق ہو جاتی ہے دکھائی جائے - تہ کی خاصیت کہ آیا اُس میں گنڈ، ریت، یا مٹی، وغیرہ ہے احتیاط سے دکھانی چاہیے -

(۸۶) **مستقل نشان** ــــ عموماً تین تین میل کے

فاصلہ پر قائم ہونے چاہییں ۔ اور ایک (مستقل نشان) ہر معبر کے قریب ہر بڑی ندی یا بن بہاؤ کے خط کے کنارے پر ہونا چاہیے لیکن ایسی جگہ پر ہو کہ جو پانی سے بہ نہ جائے اور اس کے علاوہ ہر آڑی تراش یا لیول کے خط کے آخر میں ہو ۔ موجودہ عمارتیں اس کے لیے زیادہ موزوں سمجھی گئی ہیں ۔

تمام قسم کے مستقل نشان خواہ نہر، سڑک، ریل، یا بڑی مثلثی پیمائش کے ہوں یا کسی اور قسم کے ہوں جو کوئی بھی راستہ میں ملیں ان کو لیولوں کے خط سے ملا دینا چاہیے ۔

## (۸۷) لیول پیمائی میں خطائیں جو قابل لحاظ نہیں ۔

خطا[1] یا کسی لیولوں کے دَور کا فرق سو میل لمبائی میں ایک فٹ سے زیادہ نہیں ہونا چاہیے ۔ خفیف خطائیں جو گز یا نمبر چوب کو غلط پڑھنے سے، گزوں کو انتصابی حالت میں نہ پکڑنے کی وجہ سے، تیز ہوا سے، اور اسی قسم کے اور وجوہ سے پیدا ہو جاتی ہیں، وہ لیول پیمائی کے تمام کاموں میں پائی جاتی ہیں لیکن ان کی حالت اجتماعی نہیں ہوگی اگر کام احتیاط سے کیا جائے ۔ ایک قسم کی خطا کو عرصہ سے مشاہدہ کیا جا رہا ہے لیکن اس وقت تک اس کی وجہ دریافت نہیں ہو سکی یہ خطا لیولوں کی سمت میں ہوا کرتی ہے لیکن اس سے عملی کام میں کوئی نقص واقع نہیں ہوتا ۔ جہاں بہت صحت کی ضرورت ہو جیسے کہ ایک نہر کے نالے کی کھدائی کے خطاروک لیول ل کی حالت میں، اس کے لیے یہ مناسب ہے کہ دو بار ان ہی مقاموں پر لیول کیا جائے اور لیول کا آلہ بھی وہی ہو اور لیولوں کا

[1] خطا فٹوں میں = مقدار مستقل × √فاصلہ میلوں میں اس میں مقدار مستقل = ۱۰ (دیکھو پارہ ۱۰۲ جلد اول ۔

دوسرا سلسلہ پہلی سمت کے مخالف سمت میں ہو۔ ہر مقامہ کی پڑھی ہوئی تحویلی سطحوں کی اوسط قیمت اتنی صحیح قیمت ہوگی جتنی کہ ممکن ہوسکتی ہے۔

ایک منشوری کمپاس جو آلۂ لیول میں لگا دیا جاتا ہے بہت ہی کارآمد ثابت ہوتا ہے اس سے لیولوں کے سلسلے سے ہٹے ہوئے تفاصیل اچھی طرح بھر دیے جاتے ہیں۔ اگر سوئی کا تغیر اُس نقشہ والے تغیر سے مطابقت نہیں کھاتا تو جہتوں کو نقشہ والے تغیر کے نصف النہار کے مطابق تحویل کر لینا چاہیے[1]۔

(۱۴۴) جہاں بہت صحت کی ضرورت نہیں ہوتی وہاں ناپ اکثر قدم سے کی جاتی ہے۔ ڈھائی فٹ یا تین فٹ کے قدم سب سے زیادہ موزوں ہوتے ہیں ان کے فٹ بنانے میں آسانی ہوتی ہے۔ آج کل فاصلہ نما کی ناپیں عموماً زیرِ استعمال ہیں اور اس میں شک نہیں کہ وہ درست بھی ہوتی ہیں۔

**(۸۸) پیمانے** —— لیولوں کو مرتسم کرنے کے لیے عام طور پر ایک انچ فی میل کا پیمانہ کام آتا ہے۔ تراش کے لیے اُفقی پیمانہ وہی ہوتا ہے جو لیولوں کو مرتسم کرنے کا، انتصابی تقریباً ۱۰۰ گنا اُفقی کا ہوتا ہے۔ اس سے زیادہ بڑا یا زیادہ چھوٹا پیمانہ بھی خاص مقاصد کے لیے ضروری ہو سکتا ہے۔ ان کو چاہیے کہ یہ ہمیشہ ناپیں یا عاد حصے ایک میل فی انچ کے پیمانے کے ہونے چاہییں اور عملی نقشوں کے لیے ۴۰۰، ۲۰۰، ۱۰۰ یا ۵۰ فی انچ کے پیمانے۔

لیولوں کے ہر ایک نقشہ پر علاوہ پیشانی کے، مندرجہ ذیل کو

---

[1] جدید لیولوں میں چھری دار پیچ کے سوراخ ہوتے ہیں اس سے کمپاس کو مقناطیسی انحراف سے پاک کر کے لگا لیا جا سکتا ہے۔

کبھی نہ چھوڑا جائے:۔
پیمائش کی تاریخ، پیمایندہ کا کام، پیمانہ اور نصف النہار کا خط، جو اعداد مختلف مقاموں کو تراشوں پر دیے گئے ہوں وہی لیولوں کے نقشے میں ہوں۔

تمام تفصیلات جو پیمائش بیاض میں درج کی جائیں اُن کو لیولوں کے نقشوں یا تراشوں پر منتقل کر دینا چاہیے۔ خاکہ اور مختصر سا حال ہر ایک مستقل نشان کا کاغذ کے تختہ کی پشت پر یا حاشیہ پر دینا چاہیے جس میں اُس کا محل دکھایا گیا ہے۔ حالات اِس طریقہ سے زیادہ آسانی سے معلوم ہو جاتے ہیں بمقابلہ اس کے کہ پُرانی پیمائش بیاضوں کی تلاش ان کے لیے شروع کی جائے۔

اگر ایک نقشہ کو ایسے لیولوں اور پیمائشوں سے بنانا ہے جو ایک سے زائد آلہ سے کی گئی ہیں تو بہترین طریقہ یہ ہوگا کہ ہر ایک پیمائش کو جو ایک ہی آلہ سے کی گئی ہو علیحدہ کاغذ پر اُتار لیا جائے تاکہ بعد میں نقشہ پر منتقل کی جائے یا کمپاسوں کی درستی حسب ہدایت مندرجہ حاشیہ کر لی جائے۔

**(۸۹) حصری پیمائش کے خطوط چلانا** ــــ جب خط کا محل جس کو عام طور پر ین ڈھال سمجھ لینا چاہیے تقریبی حالت میں آڑی تراشوں سے تعین کر لیا جائے یا کسی اور طرح تب ایک صحیح حصری، زاویہ گیر ہے اِس کے اوپر کی جانی چاہیے جس میں زمین کی پیمائش تقریباً نصف میل یا اس سے زیادہ اگر ضروری سمجھا جائے تو دونوں طرف کی جائے۔ تفصیل جس کی پیمائش کی ضرورت ہے وہ یہ ہے:۔
ملک کی ہیئت اگر ناہموار ہے، یا ندیاں، بن، پہاڑ اور دلدلوں کے خطوط جہاں کہیں ملیں کے ریت کے ٹیلے یا پشتۂ کوہ، شہر اور دیہات، چاہات کے عمارات پختہ یا خام کے سڑکیں خواہ وہ باقاعدہ خطیائی ہوئی ہوں

یا صرف گاڑی کی لیکیں ہوں۔ اگر باقاعدہ ہوں تو ان کی جہت پڑھ لینی چاہیے۔ وہ مقام جن کے درمیان یہ سڑکیں ہوں (خواہ یہ کچی سڑکیں ہوں یا تعمیر شدہ ہوں)، اور آیا یہ آمد و رفت کی سڑکیں ہیں یا صرف دیہاتی راستہ ہیں اس کو اچھی طرح دریافت کر لینا چاہیے (یہ ٹیلوں کا موقع تعین کرنے میں مفید مدد دیگا)۔

دیہات کی حدود، وغیرہ۔ ایسی چھوٹی چھوٹی چیزیں جیسے کھیتوں کی حدیں غیر ضروری ہیں۔ باغوں کی مفید ہو سکتی ہیں۔ اصل میں ہر وہ چیز جو مکمل صحیح خط کے تعین میں مدد دے سکتی ہے یا اس لیے مفید ہو سکتی ہے کہ اس کو خط سے بچا لیا جائے پیمائش میں دکھانی چاہیے۔ اس قسم کی پیمائش، اگر احتیاط سے کی جائے، تو عام طور پر اس سے ایک ایسا خط منتخب کیا جا سکتا ہے کہ جس سے نہ تو ملکیت کا نقصان ہوگا اور نہ حقوق حاصل شدہ میں مداخلت کسی ممکن حد تک ہو سکیگی۔ (۱۲۴)

حصری کی صحت ہی دراصل ایک ایسی بات ہے کہ جس کا خیال رکھنا چاہیے۔ اس پر فاصلے دو مقاموں کے درمیان حتی الامکان زیادہ ہونے چاہییں، ایک میل سے کم ہوں اس لیے کہ لمبی سیدھ بندی میں مشاہدہ میں صحت کے رجحان زیادہ ہوتے ہیں بمقابلہ مختصر لمبائی کے خطوط کے، اور ارتسام میں بھی زیادہ آسانی ہوتی ہے اور اس میں زیادہ امکان صحت کا ہوتا ہے۔ مقامہ کی جھنڈیوں کی سیدھ معمولی حصری پیمائش کی طرح داخلی زاویوں کے طریق سے ہونی چاہیے جو خود ہی زاویئی پڑتال ہو جاتی ہے۔ مقاموں کے درمیانی فاصلوں کی پڑتال کرنے کے لیے ایک بہت صاف نمایاں نقطہ کی جو کچھ فاصلہ پر ایک طرف کو ہو تثبیت کرنی چاہیے۔ اس کا فاصلہ ایک میل کے قریب رکھ لینا چاہیے اور اس کو ہر مقامہ سے، جہاں سے یہ دکھائی دے، مشاہدہ کرنا چاہیے۔ اگر فاصلوں کو ناپا جا چکا ہے اور ان کو صحیح طور پر مرتسم کر لیا ہے اور

زاویوں میں صحیح مطابقت ہے تو تمام خطوط نقشہ پر ایک ہی نقطہ میں ملینگے۔

مندرجہ بالا فقرات حصری کے متعلق اُس سرویہ کے لیے نہیں ہیں جو حقیقی نصف النہار کی تثبیت کرتا ہے اور جس کے کام کی برسوں کے بعد ضرورت پڑتی ہے۔ مقناطیسی تغیرات پر جو ہر سال تبدیل ہوتے رہتے ہیں کوئی بھروسا نہیں کیا جا سکتا اور جو ہر آلہ میں مختلف ہوتے ہیں۔ کسی خط کو موقع پر قائم کرنے کا بہترین طریقہ خواہ موجودہ زمانے کے لیے یا کسی آیندہ زمانہ کے لیے ہو یہ ہے کہ ایک حقیقی نصف النہار کو قائم کر کے داخلی زاویوں کے ساتھ کام کیا جائے اور ہر ۵ میل پر یا تقریباً اِتنے ہی فاصلہ پر نصف النہار کے مشاہدات کیے جائیں اور اِن میں تقسیم رسدی استدقاق کے لیے کی جائے (دیکھو پارہ ۱۳۱ اور ۱۳۲ حصہ اوّل)۔

(۹۰) **مقامے** ــــــ مقاموں کے نشان زمین پر بڑے بڑے کھونٹوں سے جو تقریباً تین فٹ لمبے ہوں دینا چاہییں اور اُن کو زمین میں اچھی طرح ٹھوک دینا چاہیے۔ اگر ان کی شناخت کسی زمانہ مستقبل میں کرنی ہو تو چونکہ کھونٹوں کے ضایع ہونے کا یا چوری ہو جانے کا اندیشہ ہے اس لیے ایک ٹھیکرے یا مٹی کے برتن کو کوئلوں سے بھر دینا چاہیے اور زمین کی سطح سے کچھ نیچے وہا دینا چاہیے اس سے مقامہ کی شناخت عملی ضروریات کے لیے برسوں کے بعد بھی ہو سکتی ہے۔ بہر حال سب سے زیادہ یقینی طریقہ مقامہ کو معلوم کرنے کا یہ ہے کہ مقاموں کا فاصلہ اور جہت ایسی مستقل جگہوں سے جن کی شناخت آسانی سے ہو سکے اور جو نزدیک موجود ہو درج کر لیے جائیں۔ یہ سب سے زیادہ موزوں ہوگا کہ تمام مقاموں کو ٹیلوں پر یا مرتفع زمینوں پر قائم کیا جائے۔

اِس میں بھی سہولت رہیگی کہ دو قسم کی جھنڈیاں استعمال کی جائیں اور ان کو مقاموں پر جن کا مشاہدہ کرنا ہے کھڑا کرنے میں استعمال کیا جائے ان میں سے ایک تیز ہوا کے موسم کے لیے جس میں پھریرا لگا ہوا ہو اور دوسری قسم کی جھنڈی جس میں ایک چھوٹا سا "چاند" لگا ہوا ہوتا ہے بند ہوا کے موسم کے لیے (اِس کو لکڑی کے ایک ٹھیرے پر چھینٹ منڈھ کر بنایا جاتا ہے)، یہ تقریباً ۱½ فٹ قطر میں ہوتا ہے۔ اس سے اس لیے کام لیا جاتا ہے کہ ہوا اگر بند ہو تو چونکہ پھریرا نہیں اُڑتا جھنڈی فقط ایک ڈنڈے کے موافق کام دیتی ہے اور دُور سے اچھی طرح دکھائی نہیں دیتی۔ محکمہ مال کی تمام پیمائشوں میں ڈنڈے جن پر ایک فٹ کے لمبے نشان سفید اور سیاہ باری باری سے ہوتے ہیں کام آتے ہیں اور جو بہت زیادہ دُور تک دکھائی دیتے ہیں بمقابلہ ایک سادے معمولی بانس کے۔

(۱۲۴) ان طرفی پیمائشوں کے زاویے ایک عمدہ منشوری کمپاس سے یا کسی اور قسم کے کمپاس سے جو مل سکے، لینے چاہییں۔ حقیقی جہتیں، جیسا کہ آلہ زیرِ استعمال سے ظاہر ہوں، پیمائش بیاض میں درج کر دینی چاہییں، یعنی کمپاس میں، میل ان کے اندر جب کہ کام پر ہوں، اگر کوئی تغیر ہو تو درستی نہیں کرنی چاہیے۔ دیہات کے چاروں طرف حصری خطوط ڈالنے چاہییں تاکہ اُن کے بیرونی حدود معلوم ہو جائیں لیکن کوئی پیمائش دیہات کے اندر کرنے کی ضرورت نہیں۔ اُن کو صدر خط حصری کے خطوط سے ملا دینا چاہیے۔ خطِ اتصال کی درستی کی پڑتال کئی نقاط سے مشاہدہ کر کے کی جاسکتی ہے اس کے لیے اگر کوئی مناسب شئے گاؤں میں یا اس کے نزدیک (مثلاً ایک بڑا درخت، مکان، وغیرہ) مل جائے اور جو گاؤں کی حدود کی پیمائش سے اچھی طرح ملایا جاچکا ہو تو اس کے مشاہدہ سے پڑتال کی جاسکتی ہے۔

ایک عمدہ خط کا انتخاب اور اُس کا زمین پر حقیقی طور پر خط لیانا نقشہ

کی درستی پر موقوف ہے بس اس لیے یہ چاہیے کہ جس قدر ممکن ہو خط کے انتخاب اور خطیانے سے پہلے نقشہ کی صحت کو بالکل مکمل کرلینا چاہیے ۔ جو وقت پڑتال کے مشاہدوں اور ناپوں میں لگتا ہے اس کی اُن آسانیوں سے تلافی ہو جاتی ہے جو بعد کو کام میں زمین کے ایک حقیقی درست نقشہ کی وجہ سے ہو جاتی ہیں ۔

حقیقی پن ڈھال کا محل حصری کے خط کے نزدیک بہت احتیاط سے دریافت کرلینا چاہیے اور نقشہ پر لکھ دینا چاہیے ۔

مندرجہ بالا میں نقشوں کی فہرست جو عام طور پر ایک انجنیری پراجکٹ میں درکار ہوتی ہے درج کی جا سکتی ہے ۔

## (۹۱) سڑک — (۱) مُلک کا ایک کُلی نقشہ —

یہ نقشہ کافی چوڑا ہونا چاہیے تاکہ ممکن انصراف کی زیادہ سے زیادہ حدود اس پر آجائیں ۔ سطحی نقشہ کا پیمانہ سڑک کی لمبائی کے ساتھ متغیر ہوگا لیکن یہ ہمیشہ ایک میل فی انچ سے کم نہیں ہونا چاہیے (سروے آف انڈیا[1] کا سٹینڈرڈ میپ) ۔ سڑک کو اس نقشہ پر لگا دینا چاہیے اس نقشہ میں خطوط اور آڑے خطوط جو حقیقی طور پر لیول کیے گئے ہیں دکھا دینے چاہییں اور جتنے تحویلی لیول موزوں طور پر دکھائے جا سکتے ہوں دکھا دینے چاہییں، یہ اتنے ہوں کہ نقشہ گچ پچ نہ ہو جائے مستقل نشانوں کے محل دکھا دینے چاہییں اور ان پر نمبر لگا دینے چاہییں اور حاشیہ پر مستقل نشانوں کا خاکہ دکھا دینا چاہیے جس سے ظاہر ہو کہ گز کہاں پڑھا گیا ہے ۔

(۲) ایک طولی تراش ۔ مجوزہ سڑک کے خط کے اوپر ہونی چاہیے ۔ اس میں زمین کی سطح کا طبعی ڈھال کا خط دکھانا چاہیے اور مجوزہ سڑک کا ڈھال اور سطحی خطوط کے نیچے کے خانوں میں کٹائی اور بھرائی کی

[1] محکمہ پیمائش ہند کا معیاری نقشہ (Standard map Survey of India)

گہرائی اور بلندی دکھانی چاہیے - اگر زمین مسطح ہے تو افقی پیمانہ کلی نقشے کے موافق برابر ہونا چاہیے اور تحویلی لیول ہر ایک ہزار فٹ پر دکھانے چاہییں - انتصابی پیمانہ کم سے کم دس گنا زیادہ بڑا افقی پیمانہ سے ہونا چاہیے (دیکھو پارہ ۸۸) - اگر زمین اونچی نیچی ہے تو افقی پیمانہ کو اس انداز پر رکھنا چاہیے کہ ہر ایک ۱۰۰ یا ۲۰۰ فٹ پر تحویلی لیول دکھائے جائیں - تراشوں میں وہ گاؤں بھی دکھائے جائیں جہاں سے یہ سڑک گذرتی ہے اور زراعت کی قسم بھی اور مختلف جہات جو سڑک کے ہوں ان کو بھی ان کے مختلف ترتیب وار حصوں میں دکھانا چاہیے یہ اس لیے کہ اگر سطحی نقشہ کہیں اِدھر اُدھر ہو جائے تو تراش ایک حد تک اس کی جگہ کام میں آجائے - چاہات میں پانی کی گہرائی اور تمام پانی کے نالوں کے زیادہ سے زیادہ سیلابی لیول احتیاط سے درج ہونے چاہییں - مقاموں کی عدد شماری کرنی چاہیے تاکہ وہ سطحی نقشہ کے ساتھ مطابق ہوں اور افقی فاصلوں کا بھی نشان ہونا چاہیے - (۱۲۵)

(۳) ضروری آڑی تراشیں ــــــ مندرجہ بالا کیفیتیں ان میں دکھانی چاہییں -

(۴) جب سڑک بھرائی میں ہو تو نصف آڑی تراشں پر محل اور چوڑائی روڑی والے اور بے روڑی والے حصے کی دکھانی چاہیے طرفی سلامیاں مسیلیات اور باڑیں دکھانی چاہییں -

جب سڑک کٹائی میں ہو تو نصف تراش دکھائی جائے اور جب کچھ حصہ کٹائی میں ہو اور کچھ بھرائی میں تو پوری تراش دکھائی جائے اور دونوں میں وہی تفصیل ہونی چاہیے -

(۵) پل کے موقع کا نقشہ - اگر کسی دریا کا پل تعمیر کرنا ہے تو ایک سطحی نقشہ بڑے پیمانے پر بنایا جائے جس میں دریا کی گذرگاہ پل کے موقع کے دونوں طرف دکھائی جائے تاکہ یہ واضح ہو جائے کہ

کیوں اُس محل کو کسی اور کے مقابلہ میں ترجیح دی گئی ہے۔
(۶) طولی تراش کا وہ حصہ جس میں دریا کا گذر دکھایا گیا ہو اور دونوں طرف کی نشیب زمینیں بھی ہوں ایک بہت زیادہ بڑے پیمانہ پر تیار کیا جائے تاکہ اس پر تمام تحویلی لیول دکھائے جا سکیں۔ بڑی چڑھائی یا اُتار کو ایک بڑے پیمانہ پر بھی دکھانا چاہیے۔
(۷) تمام پُلوں اور پُلیوں کے سطحی نقشے اور تراشیں ضروری ہوتی ہیں اور ان کے ساتھ بھی بہت زیادہ بڑے پیمانہ پر تفصیل کے نقشے ہوں۔
(۸) نگرانی کے بنگلے کے اور گودام کے پلین[1]، تراش اور رو کار کے نقشے بھی ساتھ ہونے چاہییں۔

۹۲- نہر کے پراجکٹ کے لیے نقشے چند نقشوں کی ایزادی کے ساتھ بالکل وہی ہونگے جو سڑک کے لیے ہونے چاہییں۔
پیمائش کا پیمانہ چار سو فٹ فی انچ سے کم نہیں ہونا چاہیے۔
طولی تراش میں، پانی کی سطح کا خط اور نہر کی تہ کا خط بھی دکھانا چاہیے۔
علاوہ مندرجہ بالا نقشوں کے پن تالا نالوں، پن تالا کواڑوں، صدر اور خرد رَجبہوں کے نقشے ہونگے اور بندوں، پختہ آثاروں، سطحی پن بہاؤ کی درآمدوں، آب گذاروں، پُلوں اور سیلابی نکاسوں وغیرہ کے بھی نقشے ہونے چاہییں۔
یہ ناممکن امر ہے کہ نہر اور ریل کے پراجکٹوں کے تیار کرنے میں جو کام کرنے پڑتے ہیں ان کو بالتفصیل اس پیمائش کی کتاب میں بیان کیا جائے بجز اس کے کہ اس تصنیف کی وسعت اور خرچ کو بڑھایا جائے۔ اُن سرورروں کی کارگزاری کے لیے ہدایات، جو اُس خاص کام پر لگائے جائیں جس میں بہت ہی زیادہ فن سے آگاہی کی ضرورت ہے، اُن تصانیف میں پائی جائینگی

[1] سطحی نقشہ

جو اس مضمون کے لیے مخصوص ہیں۔

(۱۲۶) **(۹۳) ریل[1] کی سڑک** ——— ریلوے پراجکٹ کے نقشے اور سڑک کے نقشے بالکل یکساں ہوتے ہیں ۔ علاوہ ازیں بہر حال مستقل راستے اور دوڑیہ[2] سامان کے نقشے مع تفصیل کے، جو بڑے پیمانے پر ہوں ضروری ہونگے ۔ اسٹیشنوں کے مسافر خانوں، انجن گھروں، اور پانی کے تالابوں کے نقشے بھی شامل کرنے پڑینگے۔

پیمانے ۔ پبلک ورکس ڈیپارٹمنٹ میں مفصلہ ذیل پیمانے عام نقشوں اور سطحی نقشوں کے لیے بہت موزوں سمجھے گئے ہیں۔

کلی نقشوں کے لیے ۔ دو یا چار میل فی انچ۔

اُن نقشوں کے لیے جن کی تراشیں ساتھ ہوں ۔ تفصیلی مطلوبہ کی مقدار کے مطابق ۔ نقشہ ایک انچ فی میل ۔ نمایندہ نقشہ اور تراش ..افٹ فی انچ انتصابی۔

تفصیل کے سطحی نقشے اور تراشیں ۔ چار سو فٹ ایک انچ افقی کے لیے۔ اور چالیس فٹ فی انچ انتصابی کے لیے۔

عمارات کے سطحی نقشوں کے لیے پیمانہ $\frac{1}{50}$ ہوگا یا $\frac{1}{100}$ یا $\frac{1}{200}$

**(۹۴) مفید اشارات** ——— مندرجۂ ذیل اشارات مفید ثابت ہونگے۔

(۱) جب کسی حصۂ ملک کے اوپر لیولوں کے سلسلے لیے جاتے ہیں تو سطحی نقشہ اور تراش ایسے لیولوں کے ایک دوسرے کے

---

[1] دیکھو رولز فار دی پری پیریشن آف ریلوے پراجکٹس جو گورنمنٹ آف انڈیا کے حکم سے شایع کیے گئے ہیں ۔ [2] یعنی آہنی سڑک اور گاڑیاں

مطابق ہونے چاہییں - اگر پیمانہ بہت چھوٹا نہیں ہے تو ناپے ہوئے فاصلے دو مقاموں کے درمیان دونوں میں دکھائے جانے چاہییں - مقاموں کے عدد جو بیاض میں دکھائے جاتے ہیں ان کو ہر ایک پانچویں مقام پر سطحی نقشہ اور تراش میں دکھانا چاہیے مع تحویلی لیول کے جن کو سرخ روشنائی سے سطحی نقشہ میں دکھا دیا جائے - مستقل نشان کے محلِ وقوع سطحی نقشہ پر صحیح صحیح دکھانے چاہییں - تحویلی لیول صاف صاف تحریر ہوں کہ کس خاص جگہ سے عدد کا تعلق ہے -

اگر پیمانہ اجازت دے تو سطحی نقشہ پر جو معلومات ہوں وہ اس قدر پوری اور مکمل ہونی چاہییں کہ تراشیں صرف سطحی نقشہ پر ہی سے جس وقت چاہیں حاصل ہو جائیں - اور اگر مختلف خطوط کی السمتیں بھی تراش پر درج کر دی جائیں تو پھر سطحی نقشہ کو صرف تراشوں سے بنایا جا سکتا ہے - السمتوں کو حصری تختہ سے لے سکتے ہیں -

(۲) - جہاں پانی کی گذرگاہ کو لیولوں کا خط عبور کرتا ہے تو سطحی نقشہ پر ایسے پانی کے نالے کی تہ کا تحویلی لیول دکھانا چاہیے - اس کے علاوہ پانی کی سطح کا لیول مع تاریخ مشاہدہ ، اور بلند ترین اور پست ترین پانی کے نشان ، اگر معلوم کیے جا سکیں دکھانے چاہییں ، ساتھ ہی کنارے کی چوٹی بھی دکھائی جائے - اور یہ سب تحویلی لیول سطحی نقشے پر دکھانے چاہییں -

(۳) لیول کرنے میں گز کو سوائے اُس حالت کے کہ یہ مستقل نشان پر کھڑا ہو یا کسی پکی سڑک پر ہو ہمیشہ ایک لکڑی کی کھونٹی پر جو تین یا چار انچ لمبی ہو اور زمین کی سطح کے ساتھ ہموار گڑی ہوئی ہو دکھانا چاہیے - بغیر اس کے کام پر کوئی اعتبار نہیں کیا جا سکتا - کھونٹی گاڑنے کے لیے مقامی نیچی اونچی جگہوں کو ترک کر دینا چاہیے -

(۴) لیول کا آلہ اگر قطعی ناممکن نہ ہو تو ہمیشہ گزوں سے مساوی فاصلہ پر رکھا جائے - آلہ کی ترتیب کی خطائیں اس طرح پوری طرح زائل ہو جاتی ہیں - اگر ایسا نہ ہو سکے تو یہ ذہن نشین کر لینا چاہیے کہ جب خطِ توازی اور بڑا بلبلہ ایک دوسرے کے ساتھ ترتیب میں (۱۲۷)

ہوں، اور گو وہ آلہ کے محور کے ساتھ نہ ہوں تو صحیح نتائج اس طرح حاصل ہو سکتے ہیں کہ بلبلہ کو افقی حالت میں ہر ایک گز کے مشاہدہ پر کر لیا جائے یا انڈیا پیٹرن لیول میں نقطۂ مس پر لے آیا جائے۔

(۵) معمولی فاصلے، لیول کے آلہ کے گز تک نوٹوں میں ہوں جو جفت سوؤں کے یا نصف سوؤں کے اعداد ہوں اور میلوں کے حصوں کے عاد نہ ہوں۔

(۶) لیول کے تمام مشاہدے کسی نقطہ سے جس کا تحویلی لیول (مشترک بنیادی لیول سے[1]) پہلے سے معلوم ہے یا دریافت کر لیا جائیگا بلا استثناء ملا دینا چاہیے۔ دریاؤں، نالوں، وغیرہ، کی تراشیں بھی اسی طرح ملا دینی چاہییں۔

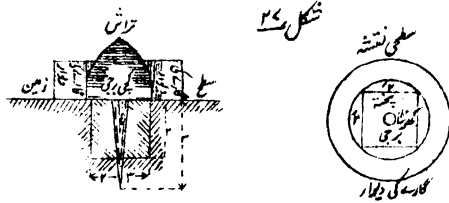
(۷) خطوں کے لیول کرنے میں یہ سب سے زیادہ آسان طریقہ ہے اور اس میں کم سے کم خطا کا اندیشہ ہے کہ ہمجانبی مشاہدوں کو پیمائش بیاض کے خط کے سلسلہ کے مشاہدہ سے علحدہ درج کیا جائے۔ ایسے مشاہدے کرنے چاہییں اور خط کے مقاموں کے حوالے سے درج کرنے چاہییں۔

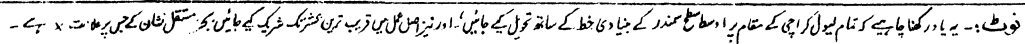
(۸) ناپنے کی جریبیں (۱۰۰ فٹ) معمولی پیمائش کے لیے یا لیول پیمائی کے لیے بھی بالکل صحیح لمبان کی ہوں۔ ان کی لمبائی جب نئی ہوں، تو ہر روز کام کے شروع اور اختتام پر ایک فولادی فیتہ کے ساتھ رکھ کر یا ایک معیاری جریب کے ساتھ جو خاص اسی مطلب کے لیے ہو، امتحان کر لینی چاہیے۔ یہ خیال رہے کہ ہر ایک نئی جریب جب نئی ہوتی ہے تو پہلے پہل کھینچ کر بہت بڑی ہو جاتی ہے۔ جریب جب اچھے لوہے کی بنی ہوئی ہو اور کچھ عرصہ تک زیر استعمال رہے تو اس کا بڑھنا مشکل سے محسوس ہوتا ہے۔

(۱۰) مستقل نشان ہمیشہ پختہ عمارات یا کسی اور مستقل تعمیر پر ہوتے ہیں۔ ان کے محلوں کے انتخاب میں نقصان سے بچاؤ اور شناخت میں آسانی خاص باتیں ہیں جن کا سب سے زیادہ خیال

[1] Collateral

رکھا جائے ۔ پکی عمارتوں کی کرسی اور طاقوں (niche) کی سلیں بہت موزوں ہوتی ہیں ۔ ایک چاہ میں چھوٹا سا طاق (یعنی نامسہ) جس کو عام طور پر بنانے والے یا مالک کے نام کا کندہ کیا ہوا پتھر لگانے کے لیے چھوڑ دیا جاتا ہے اگر اس کی سل ہموار اور چورس ہو تو بہت محفوظ جگہ ہے ۔ جہاں ایک برجی اس مقصد کے لیے بنانی ضروری ہو تو کوئی ایک طرف کو ہٹا ہوا گوشہ یا خالی زمین اس کے محل تعمیر کے لیے پسند کر لی جائے ۔ برجی سیمنٹ کے مسالے میں اس شکل کی ہو ۔

شکل ۴۷

(۱۲۸) لکڑی کا ایک کھونٹا تقریباً تین فٹ لمبا برجی کے درمیان اس طرح گاڑ دیا جائے کہ یہ برجی کی چنائی کے ہم سطح ہو جائے اور اس پر گز بڑھا جائے ۔ اس برجی کو نقصان سے بچانے کے لیے گارے کی دیوار اس کے چاروں طرف بنا دی جائے یا ایک گارے کی برجی بنا دی جائے یا دونوں بنا دی جائیں ۔ لکڑی کے کھونٹے کو گھن سے بچانے کے لیے یا دیمک سے بچانے کے لیے چار دن تک ایک پونڈ نیلا تھوتھا (سلفیٹ آف کاپر) اور چار گیلن پانی کے مرکب میں بھگوئے رکھنا چاہیے اور اس پر تارکول پھیر دینا چاہیے ۔

نوٹ:۔ یہ یاد رکھنا چاہیے کہ تمام لیول کراچی کے مقام پر اوسط سطح سمندر کے بنیادی خط کے ساتھ تحویل کیے جائیں، اور نیز اصل عمل میں قریب ترین عشرتک شریک کیے جائیں بجز مستقل نشان کے جس پر علامت × ہے۔

(۱۱) مستقل نشان چونکہ آیندہ استعمال کے لیے بنائے جاتے ہیں اس لیے ان کا اگر پوری طرح پتہ بیان نہ کیا جائے کہ شبہہ کی گنجائش نہ رہے تو یہ بالکل بے سود ثابت ہونگے۔ علاوہ اس کی شکل کے مندرجہ ذیل معلومات پیمائش بیاض میں تحریر کر دینی چاہییں۔ قرب وجوار کی ممیز اور عیاں چیزوں کے حوالے اور شمال کے حوالے سے مستقل نشانوں کے محل، گاؤں کا نام جس کی زمین میں یہ واقع ہوں۔ اگر مستقل نشان قبر ہے تو اس کا نام جس کی قبر ہے۔ اگر کنواں ہے تو مالکوں کے نام یا وہ نام جس سے یہ پکارا جاتا ہے (اگر کوئی ہے)۔ اگر حد کا کوئی نشان ہے تو اُن گاؤں کے نام جن کی حدود ملتی ہیں (گاؤں کی حد کے مستقل نشان کے انتخاب میں دو سے زائد حدوں کا تقاطع لینا چاہیے)۔ کسی عمارت کی کنگنی مستقل نشان بنانے کے لیے بہت اچھا موقع ہوتا ہے اور اس کی قیمت گز کو اُلٹا پکڑ کر معلوم کی جا سکتی ہے۔ یہ طریقہ گز پکڑنے کا کہ اوپر کا سرا نیچے ہو اور دیوار کے دونوں طرف گز کا شمار پڑھا جائے۔ بہت مفید ثابت ہوتا ہے اور لیول کو ایسی روک کے دوسری طرف بغیر کسی رکاوٹ کے جاری رکھا جا سکتا ہے۔ ایسی حالت میں سرویر ایک عمدہ سی افقی سل یا ردّا جہاں اس کا خط چوٹی پر گزرتا ہے، پسند کر لیتا ہے۔ پہلی صورت میں اگلا گز جمع ہونا چاہیے اور دوسری صورت میں تفریق ہونا چاہیے تاکہ ارتفاع آلہ آگے والے محل کے لیے معلوم ہو جائے۔

(۱۲) تمام مشاہدات اور معلومات خواہ پیمائشی ہوں یا لیول کے متعلق ہوں سب کو پیمائش بیاض میں اُسی وقت سیاہی سے لکھ لینا چاہیے جب کہ مشاہدہ کیا جائے۔ کوئی بات یاد پر نہیں چھوڑنی چاہیے۔

(۱۳) پیمائش کی تاریخ اور ساتھ ہی آلہ زیرِ کار کا نمبر اور بنانے والے کا نام کبھی بھی نہیں چھوڑ جانا چاہیے۔

(۱۴) شمالی اور جنوبی خط سطحی نقشہ کے مرکز میں سے کھینچنا چاہیے اور یہ جتنا کہ ممکن ہو لمبا ہو۔ مقناطیسی نصف النہار کو نقشہ پر ہی نہیں تحریر کرنا چاہیے بلکہ تغیر کی مقدار اور مشاہدہ کی تاریخ بھی نقشہ کے چہرہ پر درج کر دینی چاہیے۔

(۱۵) پیمائش بیاض کی پڑتال کرنی چاہیے اور ہر روز کے کام کے اختتام پر تحویلی لیولوں کو سیاہی سے لکھ دینا چاہیے۔ سروے جہاں تک ہو سکے ابتدائی بیاض سے نقشہ پر اُتاری جائے۔ اگر کوئی صاف نقل کر لی گئی ہے تو اس کا صرف مثنیٰ ہونا چاہیے تاکہ ابتدائی کتاب کے اتلاف پر ضرورت کے وقت کام آئے لیکن اگر کوئی پیمائش کنندہ اپنی پیمائش بیاض کی نقل اس بہانے سے کرے کہ ابتدائی بیاض داخل کرنے کے لیے میلی کچیلی ہو گئی ہے اور اس سے نقشہ تیار کرنے کے لیے نقل کرے تو وہ کسی رحم کا مستحق نہیں ہے۔

(۱۶) پیمائش بیاضوں کی باقاعدہ فہرست مضامین تیار کرنی چاہیے اور کام کے ایک دوسرے کے ساتھ برابر حوالے دینے چاہییں جتنے کہ ضروری ہیں اور یہ سب سیاہی سے تحریر کیے جائیں۔

(۱۷) پیمائش بیاض میں تمام درستیاں اور کاٹ چھانٹ سیاہی میں ہونی چاہیے اور اس پر چھوٹے دستخط مع تاریخ کے ہوں۔ (۱۲۹)

**(۹۵) تخطیط[1] و تحدید** ——— گو یہ کام مشکل سے باقاعدہ پیمائشی کام میں شامل کیا جا سکتا ہے تاہم جو نظام ذیل میں درج کیا جاتا ہے۔ یعنی ایک نقشہ پر سطح زمین کی ہیئت کذائی کو ظاہر کرنا اور تفصیل کو ظاہر کرنا ہندوستان کے مزروعہ علاقوں میں بخوبی اس قابل ہے کہ اس پر نہر کے یا سیلیات کے انجینیر اپنی توجہ کریں۔ اس طریقہ سے صرف مزروعہ علاقوں میں کام لیا جا سکتا ہے۔

[1] کمیٹی کا ترجمہ = حدِ فاصل - خطِ فاصل (Demarcation)

اس لیے کہ یہ زمین کی کاشت کرنے والوں کی واقفیت کا باضابطہ ترسیمی اندراج ہوتا ہے جس کو وقتاً فوقتاً سرویر یا مشاہدہ کنندہ اپنے تجربہ سے ترمیم کرتا رہتا ہے یا درست کرتا رہتا ہے۔ تخطیط و تحدید کے مشاہدہ کا مقصد کسی علاقہ میں صرف یہ ہوتا ہے کہ ایک بڑے پیمانہ پر ایک نقشہ یا خاکہ تیار کیا جائے جس میں مندرجہ ذیل باتیں ظاہر کی جائیں:۔

(۱) صحیح خطوط جن کے ساتھ ساتھ پن بہاؤ[1] کھیتوں میں سے بہتا ہے اور آخرکار دونوں طرف بہ کر دریاؤں میں چلا جاتا ہے۔

(۲) پن ڈھالوں کے صحیح محل جو ان پن بہاؤں[2] کے درمیان حدِ فاصل ہوتے ہیں۔

(۳) زمینوں کی بڑی قسموں کی تقسیم اور اُن کے رقبے۔

(۴) چاہات کے تحتی رقبے اور ان کے محل اور وسعت، یا کسی اور آبپاشی کے ذریعہ کے رقبہ، وغیرہ، جن کو قائم رکھنا یا جن میں مداخلت نہ کرنا مطلوب ہو۔

(۵) لیول کی کھونٹیوں کے حقیقی محل، یا کسی اور قسم کے پیمائشی نشانات، اور اُس زمین کے نشان جو اُن کاموں کے زیرِ آمد ہونگے جو تعمیر ہونے والے ہیں۔

ایسے کاموں سے جن لوگوں کا تعلق ہے اُن کو ظاہر ہو جائیگا کہ اگر مندرجہ بالا دقیق معلومات بغیر خرچ کے اور صحت کے ساتھ حاصل ہو جائیں تو پن بہاؤ رقبوں پر سے بہے پانی کے اخراج کے حسابی حل، اور خاص زمینوں کی آبپاشی کے لیے پانی کی مقدار، یا بجبہوں اور نہروں کے اخراج بہت آسانی اور مکمل صحت کے ساتھ معلوم ہو سکینگے اور یہ ممکن ہوگا کہ نالوں کا خطیانا بہت زیادہ صحت اور یقین کے ساتھ بمقابلہ کنتوری پیمائش کے جو سپرٹ لیول کے خطوط پر مبنی ہوتی ہے ہو جائیگا۔

یہ طریقِ عمل بہت سادہ ہوتا ہے۔ دو نقلیں ہر ایک گاؤں کے

[1] Drainage = پن بہاؤ۔ مسیلیات
[2] میٹی کا ترجمہ = حدِ فاصل

نقشے کی ان حدود کے اندر جس کی تخطیط و تحدید کرنی ہے بنالی جاتی ہیں۔ دونوں نقلیں کپڑے پر ہوتی ہیں، ایک علیٰحدہ تختہ پر ہوتی ہے اور دوسری ایک بڑے تختہ پر جس میں تمام دیہات کی حدود کی نقلیں جو اس علاقہ میں ہوں اپنی حدود پر ملا دی جاتی ہیں۔ یہ یہاں بیان کر دیا جائے کہ جب بڑے بڑے زمین کے حصے اس طرح پیمائش کرنے ہوں تو نقشوں کی ناپ کو موزوں رکھنے کے لیے یہ ضروری ہوگا کہ نقشوں کو چھوٹے دو آبوں کے حساب سے بنایا جائے۔

یہ نقشے عام طور پر ۱۶ انچ فی میل کے یا ایسے ہی پیمانے پر تیار کیے جاتے ہیں اور ان پر گاؤں کے حدود اور کھیتوں کے نمبر، آبادی کے مواقع، سڑکیں، جوہڑ اور دوسری ضروری ہیئتیں دکھائی ہوئی ہوتی ہیں۔ نقشہ پر نقل کرنے کے بعد یہ سب چیزیں موزوں طور پر دونوں نقلوں پر رنگ کر دی جاتی ہیں اور پھر خسرہ سے زمین کے مختلف اقسام پر بھی رنگ کیا جا سکتا ہے اس لیے کہ کھیتوں کے نمبر جو شجرہ اور خسرہ میں دیے ہوئے ہوتے ہیں وہ دونوں یکساں ہوتے ہیں اور رنگ کر دینے میں کوئی مشکل درپیش نہیں آتی۔ درحقیقت تمام شجرہ ایک نمایندہ نقشہ کی شکل میں ایک فہرست ہوتی ہے جس سے خسرہ کا حال معلوم ہوتا ہے۔ زمینوں کے بعد، چاہی آبپاشی اور دیگر وسائل کی آبپاشی نقشہ پر کھتونی یا دیگر کاغذات کی مدد سے دکھائی جا سکتی ہے۔ اس کے لیے ایک سال کی یا کئی سال کی مسلسل فصلات بہ لحاظ درجۂ صحت مطلوبہ لی جاتی ہیں۔ (۱۳۰)
چاہات کے تحت رقبے اور دیگر وسائل سے ممکن آبپاشی کے رقبہ کے اندراجات کے متعلق یہ یاد رکھا جائے کہ بجز عمدہ چاہات کے اور نہروں کے بہت کم وسائل آبپاشی ایسے ہیں کہ جن کو دوامی سمجھا جائے، اور نقشہ پر اندراجِ نہر کے پراجکٹ کے متعلق بجز عمدہ

کنوؤں کی موجودہ آبپاشی کے اور ضروری نہیں - ایک چاہ کے رقبہ کو سیراب کرنے کے لیے کم سے کم تین سال کی آبپاشی کو نقشہ پر اُتارنا چاہیے اور اس رقبہ کے چاروں طرف موٹی موٹی حدبندی کی لکیریں کھینچ دینی چاہییں - اس حدبندی میں اُن خشک کھیتوں کو بھی شامل کرلیا جائے جو آبپاشی شدہ کھیتوں کے چاروں طرف ہوں -

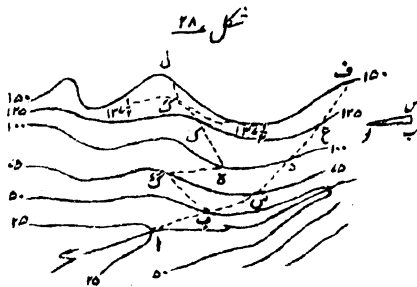
اس میں وقت کی بچت رہیگی اگر تمام معلومات کو علیحدہ نقشوں پر مرتسم کرلیا جائے اس لیے کہ بہت سے آدمی اعداد کے اقتباس اور ارتسام میں کام پر لگائے جا سکتے ہیں اور اس میں تھوڑا ہی وقت لگتا ہے کہ جو رقبے ایک دفعہ نقشوں پر اُتار لیے گئے ہیں اُن کو پھر بڑے نقشہ پر تبدیل کر دیا جائے -

چھوٹے نقشے اب باہر کے کام کے لیے تیار ہو جاتے ہیں - سرویر مع شجرہ کے گاؤں میں جاتا ہے اور اس کو چند معتبر کاشتکاروں کو بطور قائد ساتھ لے کر پوچھنا چاہیے کہ اس جگہ کا بارش کا پانی جہاں وہ کھڑا ہے کس طرف کو بہتا ہے - جواب کو سن کر اُس کو آگے بڑھتے جانا چاہیے جب تک کہ اُس کو وہ مقام نہ مل جائے جہاں سے پانی تقسیم ہو جاتا ہے یا مخالف سمت میں بہنے لگتا ہے - یہ مقام نمایاں طور پر ایک پن ڈھال پر ہوتا ہے اور اس کو نقشہ پر پنسل کے ساتھ اس طرح × نشان کر دینا چاہیے - اسی طرح پن بہاؤ[1] پر نقاط آمیتن کیے جا سکتے ہیں اور اُن پر تیروں سے نشان اس طرح کیے جاتے ہیں ← یعنی وہ نقاط جہاں بارش کا پانی دو یا زائد کھیتوں سے ملتا ہے اور مل کر بہتا ہے - جب کبھی نقاط پن ڈھالوں یا پن بہاؤ پر ایک دفعہ قائم ہو جاتے ہیں تو یہ کافی آسان ہو جاتا ہے کہ آگے چلتا جائے اور خطوط کا نشان کرتا جائے، یہ احتیاط رہے کہ معلومات جو زمینداروں سے حاصل ہوں

[1] Drainage = پن بہاؤ - سیلیات

اُس پر عینی فیصلہ کو زیادہ ترجیح نہ دی جائے اور اسی کی پیروی کی جائے جب بہت سے دیہاتی رقبہ کا حال پھر پھر کر معلوم کر لیا جائے تو اُس وقت نقشہ اس قابل ہو جائیگا کہ اس پر ین ڈھالوں اور ین پہاڑوں کے اتصال بھر دیے جائیں اور یہ بہت احتیاط سے کیا جائے اور بہت کچھ مقامی تحقیق کے بعد کیا جائے۔

## ۹۶ - کسی معلوم ڈھال کے ساتھ پہاڑی سلامی دار طرف پر سڑک کی سمت کو زمین پر لگانا۔ (۱۳۱)

شکل ۲۸

پیمانہ = ۸ انچ فی میل کے (یہ شکل بغیر پیمانے کے ہے اس میں سے صرف حروف لے لیے جائیں جن کے حوالے نیچے ہیں)۔

فرض کرو ایک پہاڑی طرف کا کنٹور پلین (ہم ارتفاعی خطوط کا سطحی نقشہ) مندرجہ بالا شکل میں دکھایا گیا ہے اُس پہاڑی طرف پر سڑک کی سمت قائم کرنی ہے جو نقطہ ا سے چڑھتی ہوئی جائیگی اور نقطہ ب پر ۱۵۰ لیول پر ایک میں ہ کی سلامی سے ہوگی چونکہ کنٹوروں میں فصل ۲۵ فٹ کا ہے سڑک کا سطحی نقشہ کسی دو کنٹوروں کے درمیان ایک ایسے مثلث قائم الزاویہ ا ب س کا قاعدہ ہوگا جس میں ا ب = ۲۵×۸ = ۲۰۰ فٹ۔

اس فاصلہ کو اسی پیمانہ کے ساتھ جیساکہ نقشہ ہے (۸ انچ فی میل) مسلسل ب س د، وغیرہ، کنٹوروں کے درمیان رکھ کر ہم کو مطلوبہ سمت حاصل ہو جاتی ہے۔ اگر ایک پیچ قابلِ اعتراض نہ ہو تو طالب علم سڑک کی سمت ب گ ہ ک ل کی طرح رکھ سکتا ہے۔

بعض اوقات سڑک کا گذر دو کنٹوروں کے درمیان جو بہت نزدیک ہوں کافی نمایاں نہیں ہوتا۔ ایسی صورت میں ایک مابینی کنٹور کا ادراج جیساکہ شکل میں (۱۳۷ ۲/۱) دکھایا گیا ہے کر لینا چاہیئے اور ک ک کا خط، ۱۰۰ فٹ کے برابر، ۱۲۵ اور ۱۳۷ ۲/۱ کے درمیان لگا لینا چاہیے اور ایک اور لمبائی ک ل، ۱۰۰ فٹ کے برابر، ۱۳۷ ۲/۱ اور ۱۵۰ کے درمیان لگا لینی چاہیے۔

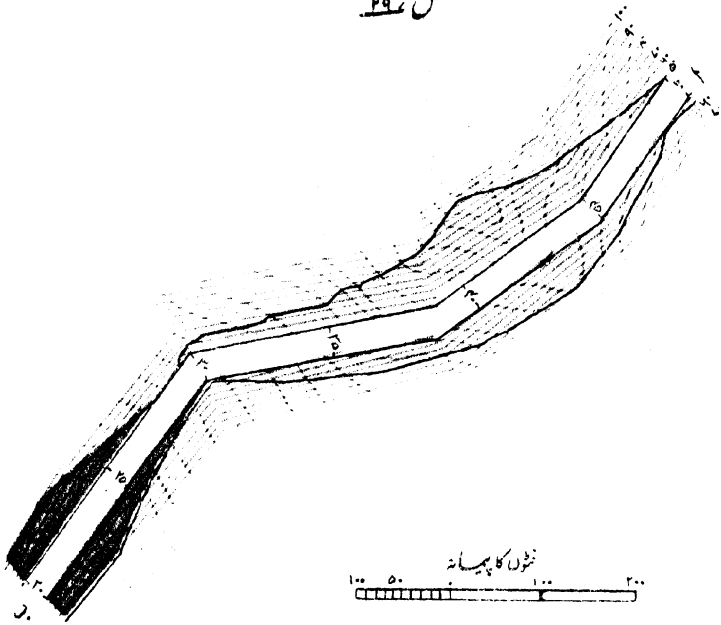
مشق کے لیے طالب علم کو مندرجہ ذیل مثال حل کرنے کے لیے دی جاتی ہے:۔

چار ہم مرکز دائرے نصف انچ کے فاصلہ پر بناؤ اور سب سے چھوٹے دائرہ کا مرکز ۰٫۷۵ انچ رکھو۔ یہ فرض کرکے کہ یہ دائرے کنٹور ہیں (۵۰ فٹ فصل پر) اور ایک مخروط پہاڑی کو ظاہر کرتے ہیں، ایک سڑک کی گذرگاہ کھینچو جو سب سے نیچے والے کنٹور سے شروع ہو کر چوٹی تک پہنچ جائے۔ سلامی ۲۰ میں ۱ ہو۔ پیمانہ ۶ انچ فی میل ہو۔

## ۹۷ - ایک کنٹور کے نقشہ پر کھدائی یا بھرائی کے حدود کو دریافت کرنا

اس قسم کے ایک عملی سوال میں، دیکھو شکل ۱۲۹، یہ فرض کرنا ضروری ہوتا ہے کہ ا اور ب کم و بیش ایسے دو نقاط ہیں کہ جن پر سے گذرنا لازمی ہے یعنی آزمائش سے معلوم کیا جا چکا ہے کہ ا اور ب ایسے دو نقاط ہیں کہ جن میں گذرنے سے ایک بہتر ڈھال حاصل ہو جاتا ہے، اور بہت قیمتی پل بندی اور مستقل راستے وغیرہ کا خرچ کم بیٹھتا ہے۔

# سڑک اور ریل کی سڑک کا کنٹوری مسئلہ بروقتِ تعمیر

## شکل ۲۹

مندرجۂ بالا شکل میں ایک ریل کی سڑک کا نقشہ دکھایا گیا ہے جو ایک پہاڑی میں سے گزرتی ہے اور جس کی طرفی سلامیاں ۱ ½ تا ۱ ہیں۔ خط کا ڈھال ۳۰ میں ۱ ہے۔ نقشہ میں جو حصہ سُرخ دکھایا گیا ہے وہ مطلوبہ کٹائی کو ظاہر کرتا ہے۔ اور جو نیلا ہے وہ پشتہ کو ظاہر کرتا ہے۔

نوٹ:۔ جب پہاڑی میں سے سڑک کی کٹائی ہو جائیگی تو کنٹور (ہم ارتفاعی خطوط) غائب ہو جائینگے اور اُن کے خطوط وہ ہونگے، جو طرفی سلامیوں پر نیلے رنگ میں دکھائے گئے ہیں۔

کھدائی کی حد معلوم کرنے کے لیے یہ ضروری ہوتا ہے کہ پیمائش کے نقشہ پر سڑک کے خط کو مع اس کی اختیار کردہ چوڑائی کے بنایا جائے اور اس کے اوپر جو ڈھال اغلباً موزوں معلوم ہوتے ہوں دکھا دیئے جاہییں - اس کے بعد خطیائی کے قائمہ میں ان ہم ارتفاعی خطوط کا سطحی نقشہ جو بھرائی یا کٹائی کی سلامی کو دکھائے اس صورت میں $\frac{1}{2}$ ایس اکے بنانے چاہییں - نقشہ پر جو نقاط ان کنٹوروں کے اور پیمائشی نقشہ کے کنٹوروں کے تقاطع کو ظاہر کرتے ہیں ان سے کھدائی کے کنارے اور بھرائی کے کنارے جو مطلوب ہوتے ہیں حاصل ہو جاتے ہیں - مندرجہ بالا سے ابتدائی تقدمہ کے لیے کافی صحت کے ساتھ مقداروں کو نکال لیا جاتا ہے - (۱۳۲)

**(۹۸) ڈھالوں کو زمین پر لگانا** ——— کسی ڈھال کو زمین پر لگانے کے لیے یہ زیادہ آسان ہے کہ زاویہ گیر کو استعمال کیا جائے اور اس کو نصب کرنے کے بعد ایک گز پر دوربین کے محور کی بلندی کو قائم کر کے ذیل کے قاعدہ سے اس بلندی کو تقاطع کرنا چاہیے - ان ڈھالوں کے لیے جو ایک میں ۱۰ سے زیادہ شدید نہ ہوں ڈھال کا نمایندہ زاویہ اس ضابطہ سے معلوم ہوگا $\frac{۳۴۳۸}{ڈ}$ جبکہ ڈ دقیقوں میں ڈھال کو ظاہر کرتا ہے - اس طرح ایک میں ۶۰ کے ڈھال کے لیے انتصابی زاویہ $\frac{۳۴۳۸}{۶۰}$ = ۵۷٫۳ دقیقہ -

**(۹۹) زیر زمین یا کانوں کی پیمائش** مندرجہ ذیل عیاں اسباب کی بنا پر پیمائش کنندہ سے نہایت صحیح کام کی توقع کی جاتی ہے - صحیح صحیح خطیائی زمین کے اوپر زیر زمین ملکیتوں کے حقوق کی وعائیں جو بعض اوقات بہت قیمتی ہوتی ہیں دوسرے مالک کی ملکیت سے نہ نکالی جا سکیں - صحیح خطیائی زمین کے نیچے تاکہ بادکشں سنیے ،

میلیاتی مسائل، حمل و نقل وغیرہ پورے طور پر تکمیل کو پہنچائے جاسکیں - پرانی کانوں کو بچانے کے لیئے جو اگر کھودی جائیں تو ممکن ہے کہ بڑے خطرناک نتائج پیدا ہو جائیں - اس کے علاوہ زیر زمین پیمائش کے معنی یہ ہیں کہ اکثر بہت گھٹی ہوئی جگہوں میں کام کرنا پڑتا ہے، مقاموں کے نشان سرنگ کی چھت کے اوپر ہوتے ہیں جہاں سے قندلیں یا بتیاں لٹکی ہوتی ہیں، اور انتصابی مقرداّت بھی ایسے ہی ضروری ہوتے ہیں جیسے کہ افقی مقرداّت جہاں جریب یا فیتہ سے ناپ پھسلواں ڈھلانوں پر اندھیرے میں کی جاتی ہیں اور کام کبھی اختتامی طور پر بند نہیں ہوتا اور نہ پڑتال ہوتی ہے اور ساتھ ہی کام کی سرعت خاص طور پر ضروری ہوتی ہے - درحقیقت کان کی پیمائش کو بحیثیت اپنی قسم کے ایسا سمجھنا چاہیے کہ جس میں ایسے زاویہ گیروں کی ضرورت ہوتی ہے جن میں معاون دوربینیں لگی ہوئی ہوتی ہیں اور خاص قسم کے کمپاس جن کو ڈائل وغیرہ کہا جاتا ہے ہوتے ہیں اس پیمائش کو اچھی طرح سمجھنے کے لیے اُن خاص تصانیف کی طرف رجوع کرنا چاہیے جو اس مضمون پر لکھی جاچکی ہیں-

زیر زمین پیمائش میں بڑی مشکل سطح زمین سے تتنے[1] میں نصف النہاروں کو منتقل کرنے کی ہوتی ہے اور اس کی دو صورتیں ہیں - پہلی صورت جب کہ کان میں داخلہ ایک سلامی دار سرنگ سے یا اُتھلے کھن راستے[1] میں سے ہو اور دوسری صورت وہ ہے جب سطحی نصف النہاروں کو ایک انتصابی تتنہ[1] میں اُتارا جائے -

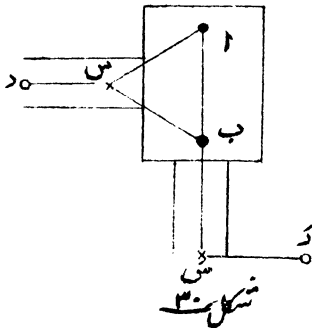
صورت اول میں کوئی مشکل پیش نہیں آتی بجز اس کے کہ سرنگ کی صورت میں جب سوراخ ہر ایک سرے پر ہوں اور اس لیے کہ وہ ٹھیک مل جائیں نصف النہاروں کو جو ہر سرے پر ہوں وہ بالکل ایک دوسرے کے ساتھ صحیح میل کھاتے ہوئے ہوں- (۱۳۴)

صورت دوم (ا) جب کان میں دو تتنے[1] ہوں تو ایک

[1] Shaft = تتنہ - کھن راستہ

شاقولی خط ہر ایک تنہ میں لٹکا دیا جاتا ہے اور ایک حصری پیمائش ایک شاقولی خط سے دوسرے شاقولی خط تک کرلی جاتی ہے، یہ پیمائش زیر زمین اور بالائے سطح زمین دونوں جگہ کی جاتی ہے۔ اس کے محددو حسابی عمل سے حل کر لیے جاتے ہیں (دیکھو فقرہ ۱۲۰ حصہ اول) اور جہت مستقیم ایک شاقولی خط سے دوسرے شاقولی خط تک دریافت کرلی جاتی ہے اور تقسیم رسدی جو کرنی ہوتی ہے وہ حقیقی اور مفروضہ جہت کا درمیانی فرق ہوتا ہے۔ (ب) جب کان میں ایک تنہ ہو تو صرف دو تار لٹکائے جاتے ہیں (پیانو کا تار بہترین ہوتا ہے) جس میں دو شاقول خاص وضع کے سروں پر استعمال کیے جاتے ہیں۔ یہ شاقول ایک ایک بالٹی میں آویزاں ہوتے ہیں جو تنہ کی تہ میں ہوتا ہے اور جو پیرول یا تیل سے پُر ہوتی ہیں تاکہ ان میں اہتزاز نہ ہو۔ بہت سی ترکیبوں سے کام لیا جاتا ہے اور بہت کچھ موقع کی خاص ضروریات کو خیال رکھ کر کرنا چاہیے لیکن مندرجہ ذیل دو طریقے مفید ثابت ہونگے۔ شکل ۳۰ میں ا اور ب معلقہ تاروں کے دو محل ہیں ۔ س اور سً ایک زاویہ گیر کے دو محل ہیں، د س یا دسً وہ جہت ہیں جن کو ا ب سے ملاتا ہے تاکہ تنہ کے نیچے یہ منتقل ہوجائیں۔

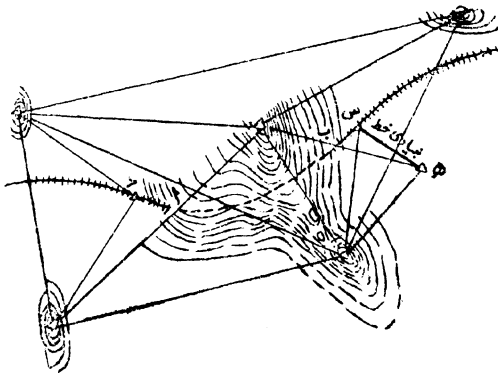


شکل نمبر ۳۰

ایک طریقہ ایسا ہے کہ جس میں زاویہ گیر س پر ہوتا ہے زاویہ د س ا اور ا س ب کو مشاہدہ کرلیا جاتا ہے اور طول س ا، ا ب، س ب بہت احتیاط سے ناپ لیے جاتے ہیں جس سے مثلث ا ب س حل کرلیا جاتا ہے اور سمت ا ب معلوم کرلی جاتی ہے یہی طریقہ تنہ کے نیچے کیا جاتا ہے اور ا ب کا

نصف النہار د اور س کے نیچے والی سرنگ میں منتقل کر دیا جاتا ہے۔ دوسرے طریقہ کی صورت میں ایک محل س خط ا ب کی سیدھ میں دریافت کرلیا جاتا ہے اور یہ سیدھ کا خط ایک چلتا ہوا پرزہ زاویہ گیر کی تپائی والی نشست پر لگا کر جب کہ وہ س پر ہو معلوم کیا جاتا ہے یا ایک چلتے ہوئے پیچ کا پرزہ ا یا ب پر کنڈے میں جما کر معلوم کیا جاتا ہے۔

**نصف النہار سرنگ کے کام کے لیے** — اس کام کے لیے لازمی ہے اور خاص کر اگر سوراخ کرنے کا کام ہر ایک سرے پر سے شروع ہونا ہے کہ خطوط کی جہات ہر ایک سرے پر سے اندر سے صحیح رہیں۔ ملاپ کے لیے حصری پیمائش کرنا اس لیے اس قدر محفوظ نہیں ہے جتنا کہ مثلثاتی تاکہ باہمی میل خفیف سی خطا کے ساتھ یا بغیر خطا کے قائم ہو جائے۔

(۱۴۴) شکل ۳۱ ایک خاکہ ایک مثلثائی کے ٹکڑے کا ہے جس کو د ا اور س ب کی سمتیں صحیح طور پر قائم کرنے کے لیے پیمائش کیا گیا

شکل ۳۱

ہے اور ساتھ ہی اُفقی فاصلہ درمیان ۲ اور ب کے تعین کرنے کے لیے ۔ ب کی بلندی بلحاظ ۱ کے صحت کے ساتھ معلوم کرنی چاہیے یہ لیول کرنے سے معلوم کی جاتی ہے تاکہ مطلوبہ ڈھال حاصل ہو جائے اور جب ڈھال کا تصفیہ ہو جائے تو اس کے بعد منحنی کی لمبائی کو حاصل کر لیا جاتا ہے اور نقاط کے محدّد منحنی پر خاص دُوریوں کو مقرر کر کے معلوم کر لیے جاسکتے ہیں ۔ بادشتوں کے محل پہاڑی سلامی پر زاویئی ناپوں کے ذریعہ کسی ایک مثلثاتی مقام سے قایم کیے جاسکتے ہیں اور ان میں وہ مسائل اشتاقی شامل ہوتے ہیں جن میں زاویے وغیرہ مقاموں کے محدّدوں سے اور اُن محلوں سے جو خطبائی پر واقع ہوتے ہیں اور جہاں تنہ کی ضرورت ہوتی ہے حل کیے جاتے ہیں۔

---

# آبی برقی طاقت کی پیمائش[۱]

(۱۰۰) **مدخل** — بجلی جو آبی طاقت سے یا سفید ایندھن سے حاصل کی جاتی ہے جیسا کہ بعض اوقات اس کو کہا جاتا ہے لیکن زیادہ تر اس کو آبی برقی کہا جاتا ہے انجینیری کی وہ شاخ ہے جس میں سیول، میکانی اور برقی انجینیری سب شامل ہیں۔

سیول انجینیر کے متعلق یہ کہا جا سکتا ہے کہ وہ طاقت گھر یا کوئی مقام پر اپنا کام ختم کر دیتا ہے، اور اس کے بعد میکانی اور برقی انجینیر میکانی کام کو سنبھال لیتا ہے، جس میں تربائنوں، پلٹن (Pelton) کے پہیوں، ڈنامو مبدلوں اور ان کے علاوہ انتقالی طنابوں کا لگانا شامل ہوتا ہے۔ سیول انجینیر کے کام کے متعلق یہ کہا جا سکتا ہے کہ وہ پانی میں توانائی بالقوہ پیدا کر دیتا ہے جس کو

---

[۱] اس مضمون کو طلباء کے لیے درسی لیکچر کی صورت میں لکھنے کے بعد ہی ایک کتاب
**Triennial Report Hydro Electric Survey of India by J.W. Meares, C.I.E**
چھاپی گئی ہے، اور اس اعلیٰ درجہ کی کتاب کو پڑھنا چاہیے اس لیے کہ مصنف کتاب پیمائش حصہ دوم نے اس مضمون کو بہت سرسری طور پر لیا ہے۔ ایک اور کتاب **Electrical Engineering Practice** بھی **J.W. Meares** کی تصنیف ہے اور اس مضمون پر ایک مفید کتاب ہے۔

برقی اور میکانی انجینیر طاقت کی شکل میں مختلف استعمالوں میں اپنے مطلب کے موافق شکل بدل کرلے آتا ہے۔

ہم کو اس وقت خاص طور پر سیول انجینیر کے پراجکٹ[1] یا مجوزہ کے حصہ سے بحث ہے لیکن یہ بہتر ہوگا کہ اس کام کے تجارتی پہلو پر بھی پہلے غور کیا جائے۔

موجودہ زمانے میں زیادہ کثرت سے برقی طاقت انجنوں کے ذریعہ سے حاصل کی جاتی ہے جو بھاپ یا گیس سے چلائے جاتے ہیں اور یہ ایک سچی بات ہے کہ اگر اور سب چیزیں مساوی ہوں تو پانی کی نقلی طاقت پر بھاپ یا گیس کو فوقیت حاصل ہوتی ہے اس صورت میں کہ جب تمام آبی کلیں[2] پورے بار (Load) پر نہ چلیں یا جب کہ بار کی قدر خراب ہو، لیکن اُس حالت میں کہ بار کی قدر عمدہ ہو آبی طاقت میں بہت زیادہ فائدہ رہتا ہے خاص کر جب کوئلے کی قیمت اُس مقام پر جہاں طاقت مطلوب ہے گراں ہو۔ جو لوگ اس مضمون پر زیادہ واقفیت حاصل کرنی چاہتے ہیں اُن کو چاہیے کہ وہ کتاب "ہندوستان کی آبی طاقت[3] کے وسائل پر ابتدائی قلم رپورٹ ۱۹۱۹ء (حکومت ہند)" کے صفحات ۲۲ تا ۲۵ کا مطالعہ کریں۔

(۱۰۱) **آبی طاقت کے مجوزے**۔ انجینیر کے لیے ضرورت اس بات کی ہے کہ وہ کوئی ایسی تجویز تیار کرے کہ جس سے پانی ایک لیول سے دوسرے زیادہ پست لیول پر لے جایا جا سکے تاکہ حجم اور آبی ارتفاع سے تربان پر اتنی کافی توانائی بالقوہ پیدا ہوسکے کہ یہ کل کام سود مند ثابت ہو۔ پس سب سے مقدم تو پانی ہے اور بار کی عمدہ قدر کے لیے رسدِ آب مستقل ہونی چاہیے، اس کے بعد ارتفاع ہے یہ جس قدر بلند ہو اتنا ہی اچھا ہوتا ہے گو آگے چل کر بتایا جائیگا کہ یہ ایک دوسرے پر منحصر ہوتے ہیں۔

**پانی کے منبع اور رسد** —— وہ پانی جو ایک ایسے دوامی دریا سے

---

[1] منصوبہ [2] Plant [3] Preliminary Report on Water Power Resources of India (Government of India) 1919.

جو برف یا چشموں سے اپنی رسد لیتا ہے بہم رسانی آب کا بہترین منبع خیال کیا جانا چاہیے۔ پانی کو ایک جھیل یا تالاب میں جمع کرنا چاہیے اور اس کو پھر ایک نالے میں چلانا چاہیے اور اس کے لیے چادریں اور ناظم تعمیر کرنے چاہییں، اور جہاں رسد ناکافی ہو اور بالفرض سال میں تین یا چار ماہ تک یہ کمی رہے تو دریا اور ذخیری خزانۂ آب دونوں کے ملاپ سے کام لیا جائے۔

آبی ارتفاع کے لیے یہ ممکن ہے کہ ایک طبعی اُتار فی محلہ موجود ہو، یا کسی خفیف عطفہ سے ایک نالا پیدا کیا جا سکتا ہے جس سے وہی کام نکل سکتا ہے اس کی مثالیں نیاگرا، کاویری، وغیرہ ہیں، اور ممکن ہے کہ "مستقبل قریب میں گرسوپا (Girsoppa) میں بھی ایسا موقع پیدا ہو جائے۔

اگر قدرت دفعتہً ایک ہی اُتار میں مطلوبہ ارتفاع کو پیدا نہیں کرتی تو پھر یہ انجینیر کا کام ہے کہ غور کرے کہ وہ کون سے طریقے اختیار کر سکتا ہے جس سے وہ کھلے یا بند نالوں میں پہاڑی یا پہاڑی کی شاخوں کے ساتھ ساتھ یا اُن کے اندر سے پانی کو پھیر سکتا ہے تاکہ اُس کو مطلوبہ ارتفاع حاصل ہو جائے۔ اگر انجینیر اس میں کامیاب ہو جائے کہ وہ پانی کو پن ڈھال کے پار ڈال سکے تو اس کو بہت بڑا ارتفاع حاصل ہو جاتا ہے۔ احاطہ بمبئی میں ٹاٹا کے مجوزہ اس اصول کی مشہور مثالیں ہیں اور وہ پانی جو اپنی اصلی حالت میں خلیج بنگال میں جا کر گرتا اب مغربی گھاٹوں میں سے بحیرۂ عرب میں گرتا ہے۔ اس کی مثال کوئنا ویلی پراجکٹ (Koina Valley Project) ہے۔ پانی جو فی الحال دریائے کرشنا میں بہتا ہے وہ مستقبل قریب میں ایک سرنگ کے ذریعے سے کانکھن (Konkhan) میں جا گرےگا۔

پیریار (Periar) کی مشہور جھیل اس کی ایک عمدہ مثال ہے اور اس کو مطالعہ کرنا چاہیے لیکن یہ موجودہ زمانہ میں مشرقی ساحل کی آبپاشی کے کام آتی ہے اور اس کو طاقت کے لیے کار آمد نہیں بنایا گیا۔ ایک پن ڈھال سے دوسرے پن ڈھال میں پانی کو موڑ دینے کے لیے عام طور پر سرنگیں بنانی پڑتی ہیں اور یہ ایک گراں مد ہے مگر بہت بڑے مجوزوں میں یہ مد اکثر نہایت سستی ثابت ہوتی ہے۔ بہر کیف

اس کو ذہن میں رکھنا چاہیے کہ پانی کے مفوضہ حقوق بھی ہوتے ہیں، اور چونکہ "زید سے چھین کر بکر کو ناجائز فائدہ نہیں پہنچایا جاتا" اس میں تنازع پیدا ہوجاتا ہے، اور اس خیال سے ممکن ہے کہ ایک عظیم اور ہر پہلو سے کارآمد پراجکٹ کو چھوڑنا پڑے۔

پس تھوڑے سے غور و فکر سے ظاہر ہوجائیگا کہ مجوزہ[1] کا اعلیٰ نمونہ وہ ہے کہ جس میں بہت بڑی دوامی رسد یا مستقل رسد مع ایک بلند ارتفاع کے ہو اور بدترین تجویز وہ ہے کہ جہاں بہت قیمتی کام بنانے پڑیں تاکہ پانی کو فراہم کیا جائے اور پھر اس کو بہت فاصلہ طے کرکے پست ارتفاع کی طرف پھیرا جائے۔ تجویز کا محل اس منڈی کا خیال کرکے قائم کرنا کہ جہاں اس کی بکری ہوگی، اور اس کے فاصلہ پر نگاہ رکھنا ایک تجارتی سوال ہے، اس لیے کہ جتنی دور محل وقوع ہوگا اتنا ہی زیادہ منتقل کرنے کا خرچ ہوگا۔ انتقال میں طاقت کا نقصان ایک نہایت اہم عامل ہوتا ہے۔ انجام کار نکاس دُم پانی بھی آبپاشی میں کام آجاتا ہے اور یہ بھی آمدنی کا ایک اور ذریعہ ہوجاتا ہے۔

اخراج × ارتفاع (خ × ا) ــــ ایسا دریا جس میں کشتی رانی ہوسکتی ہے اور جس کا اخراج بہت ہوتا ہے اور تہ کا ڈھال ہلکا ہوتا ہے، اس مطلب کا نہیں ہوتا وجہ یہ ہے کہ ایسی صورتوں میں پانی کا اُتار عملی طور پر صفر ہوگا۔ گو اخراج اور ارتفاع کے حاصل ضرب کو ایک مقدار مستقلہ پر تقسیم کرنے سے طاقت پیدا شدہ حاصل ہوجاتی ہے تاہم ۵ کعب ثانیے کے ... فٹ میں گرنے کے فوائد بمقابلہ ۱۰۰۰ کعب ثانیے کے ۵ فٹ میں گرنے سے ظاہر ہیں اس لیے زیادہ سود مند تجاویز وہی ہوسکتی ہیں جن میں کم اخراج بلند ارتفاع سے گرے۔ ۵۰ سے ۲۰۰ کعب ثانیے تک جن کا گراؤ ۴۰۰ سے ۲۰۰۰ فٹ تک ہو بہترین کے زمرہ میں شمار ہوسکتے ہیں، اگرچہ درمیانے درجہ کے اخراج بھی ۲۰۰ سے ۵۰۰ کعب ثانیے تک جو ۱۰۰ سے لے کر ۴۰۰ فٹ تک گریں اچھے ہوتے ہیں۔ "بڑے اخراج جو ۵ تا ۵۰ فٹ سے گریں تعمیر میں گراں ثابت ہوتے ہیں اور اس لیے سود مند نہیں ہوتے، اگر کوئی اس سے بہتر دستیاب نہ ہوسکے تو اُس حالت میں اِن کو بنانا چاہیے - ہر ایسی جگہ جہاں اقل اخراج

[1] Scheme

کعب ثانیوں میں، ضرب کھایا ہوا گراؤ کے ساتھ فٹوں میں، ۱۶۰۰ فٹ سے کم نہ ہو قابلِ غور ہوتی ہے۔ اگر اس سے کم ہو تو وہ صنعتی مقاصد کے لیے بہت کم ہوتا ہے گو یہ کسی شہر کی روشنی کی رسد کے لیے موزوں ہو"۔

## (۱۰۲) ابتدائی سرسری معائنہ ــــــ آلات مطلوبہ ۔

(۱) بے مائع بار پیما (۲) گھڑی جس میں ثانیوں کی سوئی ہو (۳) فیتہ یا دس فٹا گز (۴) ایبنی (Abney) کا لیول ۔

انجینیر کا کام یہ ہوگا کہ مندرجۂ ذیل باتوں کے متعلق معلومات بہم پہنچائے: تقریبی اوّل اخراج، ارتفاع موجودہ، دریا پر جائے تعمیر کا محل اور نقشہ کا نمبر حوالہ، جائے تعمیر پر رسائی، یعنی، قریب ترین سڑک، ریل، یا دخانی جہاز کا گھاٹ کہاں ہے۔ عام حالات مثلاً اعظم سیلاب کی بلندی، آیا پانی کا جمع کرنا ممکن ہے ملک کی نوعیت، ارضیاتی تشکیل، اشکلات اگر کوئی ہوں۔ طاقت کی فروخت کے لیے بازار، سامانِ تعمیر، کاموں کی نگہداشت اور ایسی معلومات جن کو وہ بیان کرنے کے قابل خیال کرے۔

اخراج کو ابتدائی حالت میں معلوم کرنے کے لیے ۱۰۰ فٹ کا نشان دریا کے کسی سیدھے گذر پر کرلو جس کی تقریبی تراش تمہارے پاس موجود ہے اور بارلو (Barlow) کے قاعدہ کے موافق ترنڈوں (پانی سے آدھی بھری ہوئی بوتلیں بہت کافی ہیں) کو استعمال کرکے اور سطحی رفتار کو لے کر تم کو حاصل ہوا

$$\text{اخراج} = \frac{\text{رفتار} \times \text{مرطوب تراشی رقبہ}}{2}$$

یعنی ایک دریا ۴ فٹ چوڑا ۱/۲ ۱ فٹ گہرا او سطاً جس کی رفتار ۲ فی ثانیہ ہو اس کا اخراج = ۶۰ کعب ثانیے ہے ۔ ۱۰ یا ۱۲ ترنڈے اسی طرح ندی کے اندر اس کی چوڑائی کے مختلف محلوں پر تیرائے جائیں اور ان کا ۱۰۰ فٹ والی لمبائی کے عبور پر وقت لے لیا جائے ۔ یہاں ثانیوں والی گھڑی درکار ہوگی اور اس سے بہتر ایک چلتی رکنے والی گھڑی ہوگی۔ بے مائع بار پیما (درستی کے بعد) اوسط سطح سمندر سے اوپر بلندیاں ظاہر کردیگا گو اس میں بہت صحت حاصل نہیں ہوسکتی۔

اس میں دو مقامات کے درمیان ارتفاعوں کا فرق سب سے زیادہ آسانی سے حاصل ہوجاتا ہے - ایبنی (Abney) لیول[1] اس سے صفر کنٹور[1] (Contour) لیول محل تعمیر اچھی طرح ظاہر ہوجائیگا یا ممکن ہے کہ وہ ارتفاع بھی معلوم ہوجائے کہ جس تک فراہم شدہ پانی پہنچ جائیگا اگر ایک بند تعمیر کیا جائے -

ایک ہلکی وضع کا تختۂ مسطح مع معمولی سیدھ مسطر کے اور مقناطیسی کمپاس کے بہت ضروری اور مفید سامان ہے - یہ جب ایک ایسے آدمی کے ہاتھوں میں ہو جو اس کو کسی قدر بھروسے کے ساتھ کام میں لاسکے تو بہت کار آمد ثابت ہوتا ہے - اس سے بہت زیادہ معلومات موقع پر ہی مرتسم ہوجاتی ہیں اور ایک خاصی اچھی خطیاتی تختہ کے نقشہ پر قائم ہوجاتی ہے، اور اس کے علاوہ امداد کے لیے ارتفاعوں کا ایک سلسلہ ہوتا ہے جو ایبنی لیول سے حاصل کیا جاتا ہے اور انعطاف اور انحناء کی تقسیم رسدی سے ٹھیک کرلیا جاتا ہے - ماسوں کا طبعی پیمانہ یادداشت کی کتاب میں رکھ لیا جائے تو موقع پر کام دیتا ہے -

## (۱۰۳) نقشوں کا مطالعہ ——— نقشوں کے مطالعہ میں

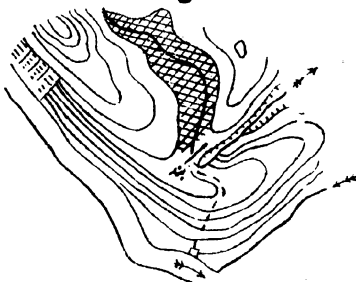
مندرجۂ ذیل اشارات مفید ثابت ہونگے یہ یاد رہے کہ جتنا بڑا پیمانہ ہوگا اتنا ہی زیادہ صحیح حال معلوم ہوگا اور جتنی جدید پیمائش ہوگی اتنی ہی زیادہ قابل اعتبار تفصیل ہوگی مثلاً سڑکیں، راستے، زراعت کے حدود، جنگلات اور چراگاہیں - یہ بات ہمیشہ یاد رہے خاص کر پہاڑی علاقوں میں کہ دیہات اکثر خالی کردیئے جاتے ہیں یا کسی دوسری جگہ جابستے ہیں نقشہ کو اس خیال سے کہ یہ اس موقع پر غلط ہے ردی نہ کردینا چاہیے - نقشہ کی خوبی کا اندازہ اس کی مستقل ہیئتوں سے کرنا چاہیے -

دیہات کی موجودگی، زراعت کے قطعے، ایسے فائد ہیں کہ جن سے یہ معلوم ہوجاتا ہے کہ آیا کوئی خاص مقام کم آباد ہے یا گنجان آباد ہے - اگر نقشہ ا‌ً = ۱ میل پیمانہ کا

---

[1] ہم ارتفاعی خط

ہے، یا اس سے بھی کم پیمانے کا ہے تو کسی خاص کنٹور ( ہم ارتفاعی خط) پر بہت اعتبار نہ کیا جائے بہ صرف عینی کنٹور ( خطوطِ ہم ارتفاع ) ہوتے ہیں ۔ یہ بطور قائد کے اچھے ہوتے ہیں اور اس سے زیادہ کچھ نہیں ۔ اِن نقشوں پر جہاں تہاں کچھ ارتفاع لے لیے جاتے ہیں اور بعینی اِدراج کر دیا جاتا ہے ۔ بہرکیف ایسے نقشوں کے مطالعہ سے یہ بات معلوم ہو جائیگی کہ بعض جگہوں میں کنٹور ( خطوطِ ہم ارتفاع ) پھیل جاتے ہیں ۔ اس سے کسی ٹیلے یا سطح مرتفع یا خلصے مسطح قطعہ زمین کا پتہ چلتا ہے اور جہاں کنٹور تنگ ہوتے جاتے ہیں تو اِس سے کسی شدید ڈھلواں قطعہ زمین ، جو تقریباً چٹان یا کراڑا ہو، کی موجودگی ظاہر ہوتی ہے ۔ جہاں کنٹور ( خطوطِ ارتفاع ) وقفہ وقفہ سے ندی کی تہ کو چھوڑ کر آخر کار ایک پہاڑی میں غائب ہو جاتے ہیں تو اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ ندی کا ڈھال ہلکا ہے لیکن بخلاف اس کے اگر ندی پر ہم ارتفاعی خطوط کا گچھا ہے تو اس کے یہ معنی ہیں کہ ندی میں سیل خیز موجود ہیں اگر آبشار موجود نہ ہوں ۔ جب کسی ندی کی گذرگاہ پیچ خوردہ ہو تو اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ ندی کا ڈھال کم ہے اور ایسی جگہیں عموماً آبی طاقت کے موزوں کے لیے کارآمد نہیں ہوتیں سوائے اس کے کہ ان جگہوں کو پانی فراہم کرنے کے کام میں لایا جائے اور اس کام کے لیے بھی یہ موزوں نہ ہونگی اس واسطے کہ اگر ندی کسی گہری تنگنائے میں بہتی ہے تو اس صورت میں بند کو بہت اونچا کرنا پڑیگا تاکہ پانی کا پھیلاؤ کافی مقدار میں حاصل کیا جا سکے ۔

شکل ۳۲

پیمانہ ۱" = ۱میل ۔ کنٹور ۱۰۰ فٹ کے فصل پر

اگر بخلاف اس کے ایک ایسا مقام مل جائے جہاں پانی کی دوامی دھار کسی دریا کے قریب آتی ہے اور ایک دم سے راستہ بدل کر اور بل کھاتی ہوئی قریب ہی دریا میں جا پڑتی ہے ( دیکھو شکل ۳۲ ) تو یہاں ایک بند اور سرنگ کی

تعمیر کرکے ایک آبی طاقت کے قائم کرنے کا مجوزہ تیار کیا جاسکتا ہے۔ ایسے محلوں کا ہمیشہ امتحان کرنا چاہیے اس لیے کہ بہترین محل کے بعد ان کا درجہ ہوتا ہے، بہترین وہ ہیں کہ جن میں ایک ین ڈھال کا پانی دوسرے ین ڈھال میں ڈال دیا جائے۔ دوسری صورت یہ ہے کہ کوئی ندی نالوں کی ین کی وضع کا خم رکھتی ہو یعنی وہ چکر لگا کر اپنی ہی گذرگاہ کی سمت پر آجاتی ہے لیکن زیادہ پست سطح پر آتی ہے۔ ایسی حالت کی مثال دریائے جمنا پر پائی جاتی ہے جہاں یہ ممکن ہے کہ خالی جگہ پر سرنگ بنا کر مطلوبہ گراؤ حاصل کرلیا جائے۔

ین بہاؤ رقبہ کے حدود کے نشان لگانے میں نقشہ مدد دیگا اور مقامی افسروں سے بارش کی وسعت اور میعاد کے متعلق معلومات بہم پہنچانے کی امداد لینی چاہیے لیکن جب تک باراں پیما باقاعدہ اندراج کیے ہوئے نہ ہوں کوئی اعتبار آب رفتہ کی مقدار پر نہیں کیا جاسکتا لیکن سیلاب کے بلندترین حدود کا، اور ان کا تحقیق کرنا سرسری کام کا ایک حصہ ہوا کرتا ہے۔

جدیدترین سروے آف انڈیا کے نقشوں میں کنٹور (ہم ارتفاعی خطوط) بھورے رنگ میں دکھائے جاتے ہیں، ندیاں۔ سیاہ رنگ میں، بجز اس کے کہ جہاں وہ دوامی ہوں، یعنی وہ کبھی خشک نہ دیکھی گئی ہوں اور جب وہ ایسی ہوں تو وہ نیلے رنگ میں دکھائی جاتی ہیں۔ دیہات، سڑکیں ہرقسم کی، پل اور تمام پختہ عمارات سرخی میں دکھائی جاتی ہیں۔ ریلیں، حدود اور علامات سیاہ رنگ میں ہوتی ہیں۔ جنگل کے رقبے سبز رنگ میں۔ اور زراعت زرد رنگ میں۔ ایک انچ فی میل پیمانے کے یہ سرکاری نقشے بہت صحیح خیال کیے جاسکتے ہیں اور سرسری مقاصد کے لیے ان کو کافی سمجھ لینا چاہیے۔

(۴۰۱) مندرجہ ذیل یادداشتیں مفید ثابت ہونگی :۔

دس ہزار لاکھ مکعب فٹ = ۳۰ کعب ثانیے کے جو سال بھر مسلسل خارج ہوتا رہتا ہے مع تجاذب اور تبخیر کے۔

ایک مربع میل پر ایک فٹ گہرا پانی ۱/۲ کعب ثانیہ ۱۲ ماہ کے لیے دیگا یا تقریبی قاعدہ سے ایک کعب ثانیہ ۱۲ ماہ کے لیے۔

بارش کا ایک انچ = ۱۰۰ برطانوی میٹری ٹن یا ۳۶۳۰ مکعب فٹ فی ایکڑ
لہذا ۶۴۰۰۰ ٹن فی مربع میل کے یا ۱۰۰ برطانوی میٹری ٹن ایک ایکڑ پر (ایک ایکڑ = ۱۰ × ۱۰ گنٹر کی جریب)۔
دس مکعب ثانیے کی دوامی روانی = ۱۱٫۲ عمق کے ایک مربع میل کی سطح پر۔
ایک مکعب ثانیہ جو ۱۲ گھنٹے تک بہے = ایک ایکڑ پر ایک فٹ۔
ایک کلوواٹ = ۴/۳ اسپی طاقت = ۷۳۷ فٹ پونڈ فی ثانیہ۔
ایک بیگھہ = ۵/۸ ایکڑ
برقی رَو بہ شرح ۱۰ آنہ فی اکائی (یعنی ایک ک و (kw) ساعت) کا خرچ ۵۵ روپیہ فی ک و (kw) سال کے برابر ہے۔
وزن کی قدر وہ نسبت ہے جو طاقت کی اوسط رسد اور ملکن کی اعظم طبعی طاقت میں ہوتی ہے۔

$$\text{برقی اسپی طاقت} = \frac{\text{کعب ثانیے} \times \text{ارتفاع}}{11}$$

$$\text{کلوواٹ} = \frac{\text{کعب ثانیے} \times \text{ارتفاع}}{15}$$

$$\text{کلوواٹ جو موقع پر حاصل ہو} = \frac{\text{کعب ثانیے} \times \text{ارتفاع}}{20}$$

دیکھو برقی انجینیری عمل[1] از جے۔ ڈبلیو میسرز فقرہ ۳۴۶۔

## (۱۰۵) بارش اور آب رفتہ

ہندوستان میں تمام ندیاں، دریا اور تالاب (بجز تمام برفانی پانی کے دریاؤں کے) جنوب مغربی موسمی ہواؤں کی بارش سے اپنی رسد لیتے ہیں، یہ بارش جون اور اکتوبر کے درمیانی مہینوں میں ہوتی رہتی ہے گو جنوبی ہند میں دسمبر اور جنوری میں بھی

[1] Electrical Engineering Practice by J.W. Meares, Para 346

بارش ہوتی ہے جیسے، مدراس اور جنوب مشرقی ساحل میں، اور کچھ بارش جنوب مشرقی موسمی ہوا کے اثر سے تمام ہندوستان میں بھی ہو سکتی ہے، اور شمالی ہند میں سردی کے موسم میں بھی ایران کی طرف سے کئی بار بارش آکر برس جاتی ہے۔ یہ پچھلی بارش آبِ رفتہ میں بہت زیادہ اضافہ نہیں کرتی کیونکہ یہ کچھ عرصہ کے بعد ہوتی ہے یعنی بیچ میں خشک موسم واقع ہو جاتا ہے۔ بہرحال اس کی مقدار ناقابلِ لحاظ نہیں ہے اور خاص اوقات پر اکثر اس عرصہ کی تبخیر کی مقدار کو پورا کر دیتی ہے اور پھر کچھ بچ بھی رہتا ہے۔ انجینیر کو ہر حالت میں اپنی اعظم بارش کی توقع باقاعدہ موسمی ہوا کے وقت سے رکھنی چاہیے اور اس کو اپنے بند یا چادر یا چھلک کے پانی کے نکاس کے لیے جو کوئی انتظام بھی اس نے کیا ہو اس میں اپنے حساب میں اس اخراج کی گنجائش رکھنی چاہیے۔ پابندی کے ساتھ کوئی قواعد آبِ رفتہ کی مقدار کے متعلق نہیں بنائے جا سکتے۔ ہر ایک مقام کو اپنے خاص ضابطہ کی ضرورت ہے اور اس کو اپنی ہی خاص نوعیت کے لحاظ سے امتحان کرنا چاہیے۔ جنگلات کی مٹی، اراضیات یا زمین کی ہیئت، ہوائیں جو چلتی ہوں، موسمی ہواؤں کی میعاد، اوسط بارش، وغیرہ، پر غور کرنا چاہیے اور موقع پر اس کا امتحان کرنا چاہیے اور مقامی واقفیت حاصل کرنی چاہیے کہ اعظم معلوم ارتفاعِ سیلاب دریاؤں یا ندیوں میں کیا ہے۔

سر[1] الگزینڈر بنی نے اضلاعِ متوسط کے لیے ۴۰ فی صدی اوسط بارش رکھا ہے اس میں ۲۰ تا ۲۵ فی صدی مسلسل تین خشک سالوں کی کمی کی گنجائش رکھ لی گئی ہے۔ یہ ایک حد تک خاصہ بڑا تخمینہ ہے اور جو گویا بند یا کھنڈ کے لیے زیادہ خیال کیا جا سکتا ہے۔ مرزا پور کی آب رسانی کے لیے اوسط بارش کا ۲۵ فی صدی فیصلہ کیا گیا ہے۔

انجینیر کو کسی چیز کو اتفاقات پر نہیں چھوڑنا چاہیے اور اس لیے کم سے کم آبِ رفتہ کے ساتھ اور نکاس کے لیے ایک اعظم اخراج رکھ کر کام کرنا چاہیے۔

---

[1] (Sir Alexander Binnie)

**مثال** — ۶۰" اوسط بارش اضلاع متوسط ہند کے ۲۰ مربع میل کے کسی خاص رقبہ پر فرض کرلو۔ اگر ہم اس کو ۲۵ فی صدی گھٹائیں تو ۴۵" ہم کو حاصل ہوتے ہیں اور اس کا ۴۰ فی صدی = ۱۸" یعنی پانی کا $1\frac{1}{2}$ فٹ عمق۔ اگر ہم اس سب کو فراہم کریں تو ہم کو ۳۰ مربع میل فٹ حاصل ہوئے اور چونکہ $\frac{7}{8}$ کعب ثانیے کا اخراج = پانی کے ایک مربع میل فٹ کے، تو اکمل اخراج ہم کو حاصل ہوا = $26\frac{1}{4}$ کعب ثانیے۔ اب اس تمام پانی کا فراہم کرنا ناممکن ہے کیونکہ کافی مقدار تیزی سے بہتی ہوئی اچانک آسکتی ہے اور نکاس میں سے خارج ہوکر ضائع ہوسکتی ہے اس طرح اس کو گھٹا کر ہم ۱۵ لے سکتے ہیں۔ علاوہ ازیں ۳۰ مربع میل فٹ پانی کے یہ معنی ہوئے کہ تالاب کا سطحی رقبہ ایک مربع میل اور پانی کا اوسط عمق ۳۰' ہے، پس یہ فیصلہ کرنا چاہیے کہ آیا بند کو ۵۰ یا ۶۰ فٹ تک اونچا کیا جاسکتا ہے یا نہیں تاکہ اس عمق کو جمع کرسکیں۔ جب انجینیر یہ اندازہ کررہا ہو تو اس کو بند کی لاگت کا بھی خیال کرنا چاہیے اور اس طرح یہ معلوم ہوجائیگا کہ ایک مد سے دوسری مد غور کرنے کے لیے نکل آتی ہے اور انجام یہ ہوتا ہے کہ پانی کی کافی مقدار کا سوال بہت نہیں رہتا بلکہ یہ بات پیدا ہوجاتی ہے کہ آیا تجارتی نقطۂ نظر سے بھی یہ بالآخر درست ثابت ہوگا یا نہیں۔ اور اسی طرح اور باتیں پیدا ہوجاتی ہیں۔

## (۱۰۶) نل خط —— دوسری مد جو غور طلب ہوتی ہے

وہ **نل خط** یا نالا ہے جو پیش حوض یا توازنی تالاب تک لے جایا جاتا ہے اور ما برقی اسکیموں (مجوزوں) میں یہ ایک علم متعارفہ ہے جس قدر ممکن ہوسکے آبی ارتفاع کم ضایع کیا جائے۔ ضابطہ $\frac{\text{کعب ثانیہ} \times \text{ارتفاع}}{۲۰}$ کا امتحان کرنے سے معلوم ہوگا کہ ۱۰ فٹ ارتفاع کا نقصان بند سے پیش حوض تک ہوجائے تو اس کے یہ معنی ہوئے کہ بہت حصہ طاقت کا ضایع ہوگیا اور ضایع بھی ایسا ہوا کہ اس کی تلافی نہیں ہوسکتی۔ پیش حوض یا تالابی خزانہ کو آٹ جمع کرنے کے لیے بنایا جاتا ہے اور بہت سی چھلنیاں کے ایک نظام سے اُس مواد کو علیحدہ

کرنے کے لیے جو ممکن ہے کہ تربانوں یا پلیٹن (Pelton) پہیوں کے لیے باعثِ مضرت ہو ۔

**(۱۰۷) داب نل** — جدید عمل یہ ہے کہ ہر ایک تربان کو ایک علیحدہ نل دیا جائے ۔ اگر اخراج کے اعظم سماؤ کو ۳ پر تقسیم کر دیا جائے تو وہاں تین فرد ہونگے لیکن ایک زائد فرد بھی رکھا جاتا ہے تاکہ ٹوٹ پھوٹ کا لحاظ رہے پس اس طرح ۴ عدد نل طاقت گھر تک لے جائے جائینگے ۔ اور اس طریقے سے وزن کا سماؤ منتظم ہو جاتا ہے ۔ اس کے علاوہ ایک اور بھی انتہا ہے جس پر غور کرنا چاہیے یا نل خط پر عائد کرنی چاہیے ۔ دھات کی موٹائی ¼ انچ ریوٹ کیے ہوئے نل کے لیے یا تپا کر جوڑے ہوئے نل کے لیے بھی ہوتی ہے، فی الحقیقت ¼" خاصی بڑی ہوتی ہے ۔ ارتفاع معلوم ہونے کی حالت میں تم اعظم قطر کو محسوب کر سکتے ہو اور یہ وہ ہوگا جس حد تک تم جا سکتے ہو، اور اس سے تم کو پانی کی وہ اعظم مقدار معلوم ہو جاتی ہے جو ہر ایک نل موقع پر خارج کریگا ۔ اس سے بھی تمہارے تربان کی جسامت کا تعین ہو جاتا ہے اور ہر ایک فرد کی اخراجی قابلیت اور رفتار سے تم فوراً تکوین، سوئچ گیر اور مبدل، وغیرہ کے لیے سوداگروں سے قیمتیں طلب کر سکتے ہو ۔

نل خطوں میں ۶ فٹ سے ۱۰ فٹ فی ثانیہ تک کی رفتار کی اجازت ہے لیکن اس سے فرک کا نقصان جو پیدا ہو اس کی روک کرنی چاہیے ۔ ایک اور عامل پن ہتوڑے کی مار کا عمل ہے اس کے خلاف عمل کے لیے پن منارہ یا ایک موج گھر کی ضرورت ہوتی ہے ۔ اگر نل کے خط کی لمبائی ارتفاع کے پانچ گنے سے زیادہ ہے تو پن ہتوڑا لازمی ہوگا ۔ نل خط کو چٹان کے چہرہ کے ساتھ دیوار گیریاں لگا کر جما دیا جاتا ہے اور نل خط کی حقیقی لمبائی جو کھڑی ڈھال پر لگائی جائیگی ایک اہم تفصیل ہے اور پیمائشی کام کے لیے آسان کام نہیں ۔ نل ساز اس کو جاننا ہے، علاوہ اس کے حقیقی لمبائی اور تمام موڑوں کے لیے زاویے اور پھیلاؤ کے جوڑوں کے محل اور ان کی تعداد سب مطلوب ہوتے ہیں ۔

نلوں کو جب وہ تہ کے قریب پہنچتے ہیں تو بہت زیادہ زور کا سامنا کرنا پڑتا ہے۔ اور جو بدیدعمل یہ ہے کہ قطر کو گھٹا کر دھات کی موٹائی کو زیادہ کر دیتے ہیں۔
وادیِ اندھرا کے مجوزہ میں نلوں کو ۲۴" چوٹی پر رکھا گیا ہے اور پھر ۲۶" اور آخر پیندے پر ۳۲"

**(۱۰۸) دُم نالا** ـــــ جب پانی نربان میں سے نکل جاتا ہے تو اس کی رفتار ایک خاص حد تک قائم رہتی ہے اور اس لیے کہ اس کی لہر کا جوش الٹ کر نربان کی پشت پر نہ آئے اس کو بہت جلد دُور لے جانا چاہیے اور پھر اس کو اُس نالے میں ڈالا جائے جہاں یہ اپنے آگے کے بہاؤ میں جس قدر کم ہو سکے نقصان کا باعث ہو۔ اگر کئی ایسے دُم نالے ہیں تو پھر ان کے لیول میں فرق ہونا چاہیے تاکہ پانی کی واپسی یا ابھار رُک جائے ۔ یہ نالے اکثر پختہ چنائی یا کنکریٹ کے ہوتے ہیں اور بعض اوقات مبدل کی عمارت کے نیچے ہوتے ہیں تاکہ جگہ کی کفایت رہے اور زیادہ کی ضرورت نہ ہو۔

**(۱۰۹) انتقالی تار** ـــــ اس کے لیے پیمائش کنندہ کو یہ کرنا پڑیگا کہ وہ قریب ترین اور ارزاں ترین خطیبائی تلاش کرے اور خط کے سیدھے کھمبوں یا جالی کھمبوں (Grids) کا حسابی حل کرے اور تعمیر کرے ۔ اکثر اوقات خطیبائی پہاڑی ملک میں ہوتی ہے اور غاروں کے آرپار فاصلے ناپنے کے لیے محاذی سلاخ بہت زیادہ کار آمد ثابت ہو گی۔ (مقابلہ کرو "انڈیا پیٹرن لیول" کی اُس ترکیب کا جو اس آلے پر لگی ہوئی ہے اور اُس درجہ بندی کے استعمال کا جو خُردہ پیما پہیئہ پر ہے)۔

پس اس مختصر بیان سے یہ ظاہر ہے کہ اس مضمون میں تقریباً ہر ایک قسم اور وضع کی سیول انجینیرنگ شامل ہے یعنی :ـــ عمارات مثل طاقت گھر، مبدل مقامہ، بند، چادریں، انہار، نالے، آب گذر، معلق پل اور آب گذر وادیوں کے اوپر سے پانی لے جانے کے لیے آب گیرے (توم) پن خزانے، پیش حوض، نکاس دُم، مینار، وغیرہ۔ طالب علم کو مندرجہ ذیل کتابوں کے مطالعہ کی سفارش کی جاتی ہے :ـــ بکلے[1]، بنی[2] اور اسٹرینج[3] آبرسانی اور آب رفتہ

[1] Buckley [2] Binnie [3] Strange

کے لیے، ویگمین[1] اور اسٹریج بندوں کے لیے اور میئرز[2] عام طور پر برقی انجینیری کے لیے۔

ہم اب زیادہ وضاحت سے آب رفتہ، تالابوں کی گنجائش، تجاذب اور تبخیر کے بعض خاص امور پر غور کر سکتے ہیں۔ تفصیلی پیمائش کے طریقے انجینیر کے لیے چھوڑ دیے جاتے ہیں جس کو مثلثاتی یا حصری کے درمیان حسب ضرورت فیصلہ کرنا چاہیے کہ کونسا طریقہ اختیار کیا جائے، اور ساتھ ہی تختہ مسطح ہو جس سے تفصیل بھری جائے اور مطلوبہ صحت کا بھی لحاظ رہے۔

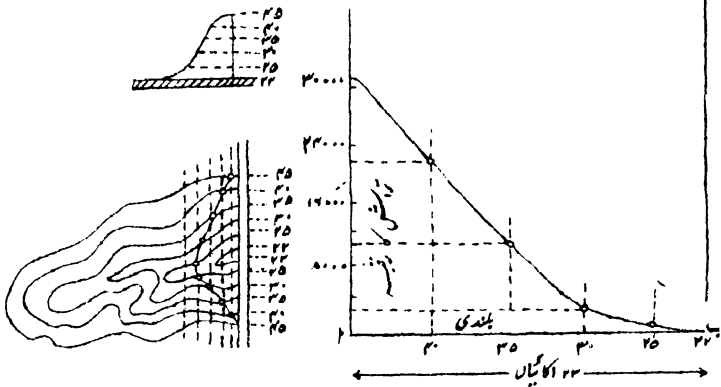
(۱۱۰) بارلو کی شرح فی صدی حسب ذیل ہے:-

| | | ہموار مزروعہ کالی کپاسی مٹی پن بہاؤ رقبہ | ہموار مزروعہ اور سخت مٹیاں | اوسط پن بہاؤ رقبہ | پہاڑیاں اور میدان جن پر زراعت نہ ہو | بہت زیادہ پہاڑی زمین ڈھلواں اور چٹانی اور بہت تھوڑی مزروعہ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۲۴ گھنٹے میں ½ سے ۱ تک اگر ۲۴ گھنٹے میں قبل یا مابعد ۱ سے ½۱ بارش ہوئی ہو یا اس کے برعکس ہو۔۔۔ | ہلکی بارش | ۱ فی صد | ۳ فی صد | ۵ فی صد | ۱۰ فی صد | ۱۵ فی صد | آرتھرہل کے مجوزہ سے مقابلہ کرو جہاں تقریباً ۳ ماہ کے عرصہ میں ۲۳۰ انچ بارش بجز ننگی چٹانی پہاڑی کے اطراف پر برستی ہے اور یہاں تالاب کے پُر کرنے کے لیے کل آب رفتہ کی ۵۰ فی صد کی توقع کی جاتی ہے۔ |
| ۱ سے ½۱ تک اگر اس کے آگے یا پیچھے بارش ہوئی ہو یا ½۱ سے ۳ تک اس کے برعکس اگر ہو | متوسط بارش | ۱۰ فی صد | ۱۵ فی صد | ۲۰ فی صد | ۲۵ فی صد | ۳۳ فی صد | |
| ۳ سے اوپر یا فی یوم ۲ مسلسل بارش کا نزول یا ½ کا شدت نزول فی گھنٹہ یا اس سے زائد۔ | بھاری بارش | ۲۰ فی صد | ۲۳ فی صد | ۴۰ فی صد | ۵۵ فی صد | ۷۰ فی صد | |

[1] Wegmann
[2] Meares

(iii) مندرجۂ ذیل ترسیمی طریقہ سے کسی تالاب کی گنجائش معلوم کی جاتی ہے۔

مثال — کسی خزانۂ آب میں پانی ۴۵ فٹ بنیادی خط سے اُوپر کھڑا ہے، اور خزانۂ آب کا پیندا ۲۲ فٹ پر ہے تو پانی کی مقدار معلوم کرو۔

شکل ۳۳



پہلے بند کا رُو کار اور سطحی نقشہ کھینچ لو اور پھر سطح پیما سے ہر ایک کنٹور (ہم ارتفاعی خط) کے سطحی رقبے معلوم کرلو۔

فرض کرو کہ ۴۵ کنٹور کا رقبہ = ۵.۰۸۳ مربع انچ، اور اگر خطی پیمانہ ۸۰' = ۱" ہو، تب رقبہ = ۵.۰۸۳ × ۸۰ × ۸۰ = ۳۲۵۰۰ مربع فٹ

اور ۴۰ کنٹور کا رقبہ = ۲۱۵۳۰

۳۵ " " " = ۱۰۵۶۰

۳۰ " " " = ۳۰۸۰

۲۵ " " " = ۵۰۰

۲۲ " " " = ۰

غیر منتظم مجسم کی لمبائی = ۴۵ - ۲۲ = ۲۳، اِس لیے ایک اُفقی پیمانہ پر
جو اَ = ۱۰ اَ کے ہو، ۴۳ اَ = ۱ ب - انتصابی پیمانہ اِس طرح ہے کہ
۱۶۰۰۰ مربع فٹ = ۱ انچ - نیس کاغذ پر ایک مربع انچ ۱۰ × ۱۶۰۰۰
= ۱۶۰۰۰۰ مکعب فٹ -

اب کاغذ کا رقبہ = ۱ء۱۶۳۴ مربع انچ، اس لیے حجم = ۱۶۰۰۰۰ × ۱ء۱۶۳۴
= ۲۶۱۶۰۰ مکعب فٹ = ۱۶۳۴۰۰۰ گیلن -

یہ مثال کتاب "D.U. Series Vol. I. Mathematics for Engineers" کے صفحہ ۳۳۲ پر ملیگی -

# جدول ۱

قیمتیں جو انحناء اور انعطاف کے لیے استعمال کرنی چاہئیں جب کہ بلندیوں کو حل کیا جائے، تخمیناً درمیان عرض بلد ۲۳° اور ۸۰°۔

| ب | لوک فٹ | ب | لوک فٹ | اَ | لوک فٹ | اَ | لوک فٹ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۰″ | ۰٫۰۰۰ | ۳۱″ | ۳٫۸۶۰ | ۰″ | ۴٫۱۴۷ | ۳۱″ | ۴٫۳۲۸ |
| ۱ | ۲٫۳۶۹ | ۳۲ | ٫۸۷۴ | ۱ | ٫۱۵۴ | ۳۲ | ٫۳۳۲ |
| ۲ | ٫۶۷۰ | ۳۳ | ٫۸۸۷ | ۲ | ٫۱۶۱ | ۳۳ | ٫۳۳۷ |
| ۳ | ٫۸۴۶ | ۳۴ | ٫۹۰۰ | ۳ | ٫۱۶۸ | ۳۴ | ٫۳۴۲ |
| ۴ | ٫۹۷۱ | ۳۵ | ٫۹۱۳ | ۴ | ٫۱۷۵ | ۳۵ | ٫۳۴۶ |
| ۵ | ۳٫۰۶۷ | ۳۶ | ٫۹۲۵ | ۵ | ٫۱۸۱ | ۳۶ | ٫۳۵۱ |
| ۶ | ٫۱۴۷ | ۳۷ | ٫۹۳۷ | ۶ | ٫۱۸۸ | ۳۷ | ٫۳۵۵ |
| ۷ | ٫۲۱۴ | ۳۸ | ٫۹۴۸ | ۷ | ٫۱۹۵ | ۳۸ | ٫۳۶۰ |
| ۸ | ٫۲۷۲ | ۳۹ | ٫۹۶۰ | ۸ | ٫۲۰۱ | ۳۹ | ٫۳۶۴ |
| ۹ | ٫۳۲۳ | ۴۰ | ۳٫۹۷۱ | ۹ | ۴٫۲۰۷ | ۴۰ | ۴٫۳۶۹ |
| ۱۰ | ۳٫۳۶۹ | ۴۱ | ٫۹۸۱ | ۱۰ | ٫۲۱۴ | ۴۱ | ٫۳۷۳ |
| ۱۱ | ٫۴۱۰ | ۴۲ | ٫۹۹۲ | ۱۱ | ٫۲۲۰ | ۴۲ | ٫۳۷۷ |
| ۱۲ | ٫۴۴۸ | ۴۳ | ۴٫۰۰۲ | ۱۲ | ٫۲۲۶ | ۴۳ | ٫۳۸۱ |

| ب | لوک فٹ | ب | لوک فٹ | ا | لوک فٹ | ا | لوک فٹ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱۳″ | ء۴۸۲ | ۴۴″ | ء۰۱۲ | ۱۳″ | ء۲۳۲ | ۴۴″ | ء۳۸۶ |
| ۱۴ | ء۵۱۵ | ۴۵ | ء۰۲۲ | ۱۴ | ء۲۳۸ | ۴۵ | ء۳۹۰ |
| ۱۵ | ء۵۴۵ | ۴۶ | ء۰۳۱ | ۱۵ | ء۲۴۴ | ۴۶ | ء۳۹۴ |
| ۱۶ | ء۵۷۳ | ۴۷ | ء۰۴۱ | ۱۶ | ء۲۴۹ | ۴۷ | ء۳۹۸ |
| ۱۷ | ء۵۹۹ | ۴۸ | ء۰۵۰ | ۱۷ | ء۲۵۵ | ۴۸ | ء۴۰۲ |
| ۱۸ | ء۶۲۴ | ۴۹ | ء۰۵۹ | ۱۸ | ء۲۶۱ | ۴۹ | ء۴۰۶ |
| ۱۹ | ء۶۴۷ | ۵۰ | ء۰۶۷ | ۱۹ | ء۲۶۶ | ۵۰ | ء۴۱۰ |
| ۲۰ | ۳ء۶۷۰ | ۵۱ | ء۰۷۶ | ۲۰ | ۴ء۲۷۲ | ۵۱ | ۴ء۴۱۴ |
| ۲۱ | ء۶۹۱ | ۵۲ | ء۰۸۵ | ۲۱ | ء۲۷۷ | ۵۲ | ء۴۱۸ |
| ۲۲ | ء۷۱۱ | ۵۳ | ء۰۹۳ | ۲۲ | ء۲۸۲ | ۵۳ | ء۴۲۲ |
| ۲۳ | ء۷۳۰ | ۵۴ | ء۱۰۱ | ۲۳ | ء۲۸۸ | ۵۴ | ء۴۲۵ |
| ۲۴ | ء۷۴۹ | ۵۵ | ء۱۰۹ | ۲۴ | ء۲۹۳ | ۵۵ | ء۴۲۹ |
| ۲۵ | ء۷۶۶ | ۵۶ | ء۱۱۷ | ۲۵ | ء۲۹۸ | ۵۶ | ء۴۳۳ |
| ۲۶ | ء۷۸۳ | ۵۷ | ء۱۲۴ | ۲۶ | ء۳۰۳ | ۵۷ | ء۴۳۷ |
| ۲۷ | ء۸۰۰ | ۵۸ | ء۱۳۲ | ۲۷ | ء۳۰۸ | ۵۸ | ء۴۴۰ |
| ۲۸ | ء۸۱۶ | ۵۹ | ء۱۳۹ | ۲۸ | ء۳۱۳ | ۵۹ | ء۴۴۴ |
| ۲۹ | ء۸۳۱ | ۶۰ | ء۱۴۷ | ۲۹ | ء۳۱۸ | ۶۰ | ء۴۴۸ |
| ۳۰ | ۳ء۸۴۶ | ۶۱ | ء۱۵۴ | ۳۰ | ۴ء۳۲۳ | ۶۱ | ء۴۵۱ |

مثال — فرض کرو لوک قاعدہ = ۴ء۱۹۴۵۳۲۸ اور مشاہدہ شدہ انقلابی زاویہ - ۰° ۱۷′ ۱۹″ ہو سکتا ہے - جدول میں نزدیک ترین عدد ۴ء۱۹۵ = + ۱′ ۷″ ہے اور اس لیے صحیح شدہ زاویہ ہوگا - ۰° ۱۷′ ۱۹″ + ۱′ ۷″ = - ۰° ۱۶′ ۱۲″

# جدول ۲
## انخناء اور انعطاف کی تقسیم رسدی

حقیقی اور ظاہری لیول کے فرق فٹوں میں، اور فٹوں کے اعشاریہ کے حصوں میں، جبکہ فاصلے فٹوں، جریبوں اور میلوں میں ہوں۔

| فاصلہ فٹوں میں | تقسیم رسدی فٹوں میں | | | فاصلہ جریبوں میں | تقسیم رسدی فٹوں میں | | | فاصلہ میلوں میں | تقسیم رسدی فٹوں میں | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | انخناء کے لیے | انعطاف کے لیے | انخنا اور انعطاف کے لیے | | انخناء کے لیے | انعطاف کے لیے | انخنا اور انعطاف کے لیے | | انخناء کے لیے | انعطاف کے لیے | انخنا اور انعطاف کے لیے |
| ۱۰۰ | ۰٫۰۰۲۴ | ۰٫۰۰۰۴ | ۰٫۰۰۲۰ | ۱۵۰ | ۰٫۰۰۱۰ | ۰٫۰۰۰۱ | ۰٫۰۰۰۰ | ۱/۴ | ۰٫۰۴۱۷ | ۰٫۰۰۶۰ | ۰٫۰۳۵۷ |
| ۱۵۰ | ۰٫۰۰۵۴ | ۰٫۰۰۰۸ | ۰٫۰۰۴۶ | ۱۶۵ | ۰٫۰۰۲۴ | ۰٫۰۰۰۳ | ۰٫۰۰۲۱ | ۱/۲ | ۰٫۱۶۶۸ | ۰٫۰۲۳۸ | ۰٫۱۴۳۰ |
| ۲۰۰ | ۰٫۰۰۹۶ | ۰٫۰۰۱۸ | ۰٫۰۰۸۳ | ۲۶۰ | ۰٫۰۰۴۲ | ۰٫۰۰۰۶ | ۰٫۰۰۳۶ | ۳/۴ | ۰٫۳۷۵۲ | ۰٫۰۵۳۶ | ۰٫۳۲۱۶ |
| ۲۵۰ | ۰٫۰۱۴۹ | ۰٫۰۰۲۱ | ۰٫۰۱۲۸ | ۲۶۵ | ۰٫۰۰۶۵ | ۰٫۰۰۰۹ | ۰٫۰۰۵۶ | ۱ | ۰٫۶۶۸۰ | ۰٫۰۹۵۳ | ۰٫۵۷۱۶ |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۳۰۰ | ۰،۰۰۲۱۵ | ۰،۰۰۰۳۱ | ۰،۰۰۱۸۴ | ۳،۰ | ۰،۰۰۰۹۴ | ۰،۰۰۰۱۳ | ۰،۰۰۰۸۱ | ۱ ½ | ۱،۵۰۰۸ | ،۲۱۴۴ | ۱،۲۸۶۴ |
| ۳۵۰ | ۰،۰۰۲۹۳ | ۰،۰۰۰۴۲ | ۰،۰۰۲۵۱ | ۳،۵ | ۰،۰۰۱۲۸ | ۰،۰۰۰۱۸ | ۰،۰۰۱۱۰ | ۲ | ۲،۶۶۸۰ | ،۳۸۱۱ | ۲،۲۸۶۹ |
| ۴۰۰ | ۰،۰۰۳۸۳ | ۰،۰۰۰۵۵ | ۰،۰۰۳۲۸ | ۴،۰ | ۰،۰۰۱۶۷ | ۰،۰۰۰۲۴ | ۰،۰۰۱۴۳ | ۲ ½ | ۴،۱۶۸۸ | ،۵۹۵۵ | ۳،۵۷۳۳ |
| ۴۵۰ | ۰،۰۰۴۸۴ | ۰،۰۰۰۶۹ | ۰،۰۰۴۱۵ | ۴،۵ | ۰،۰۰۲۱۱ | ۰،۰۰۰۳۰ | ۰،۰۰۱۸۱ | ۳ | ۶،۰۰۳۰ | ،۸۵۶۱ | ۵،۱۴۶۹ |
| ۵۰۰ | ۰،۰۰۵۹۸ | ۰،۰۰۰۸۵ | ۰،۰۰۵۱۳ | ۵،۰ | ۰،۰۰۲۶۱ | ۰،۰۰۰۳۷ | ۰،۰۰۲۲۴ | ۳ ½ | ۸،۱۷۰۸ | ۱،۱۶۷۳ | ۷،۰۰۳۵ |
| ۵۵۰ | ۰،۰۰۷۲۴ | ۰،۰۰۱۰۳ | ۰،۰۰۶۲۱ | ۵،۵ | ۰،۰۰۳۱۵ | ۰،۰۰۰۴۵ | ۰،۰۰۲۷۰ | ۴ | ۱۰،۶۷۲۰ | ۱،۵۲۴۹ | ۹،۱۴۷۴ |
| ۶۰۰ | ۰،۰۰۸۶۱ | ۰،۰۰۱۲۳ | ۰،۰۰۷۳۸ | ۶،۰ | ۰،۰۰۳۷۵ | ۰،۰۰۰۵۴ | ۰،۰۰۳۲۱ | ۴ ½ | ۱۳،۵۴۶۸ | ۱،۹۲۹۵ | ۱۱،۵۷۷۳ |
| ۶۵۰ | ۰،۰۱۰۱۰ | ۰،۰۰۱۴۴ | ۰،۰۰۸۶۶ | ۶،۵ | ۰،۰۰۴۴۰ | ۰،۰۰۰۶۳ | ۰،۰۰۳۷۷ | ۵ | ۱۶،۶۷۵۰ | ۲،۳۸۲۱ | ۱۴،۲۰۲۹ |
| ۷۰۰ | ۰،۰۱۱۷۲ | ۰،۰۰۱۶۷ | ۰،۰۱۰۰۵ | ۷،۰ | ۰،۰۰۵۱۱ | ۰،۰۰۰۷۳ | ۰،۰۰۴۳۸ | ۵ ½ | ۲۰،۱۷۶۹ | ۲،۸۸۲۴ | ۱۷،۲۹۴۵ |
| ۷۵۰ | ۰،۰۱۳۴۵ | ۰،۰۰۱۹۲ | ۰،۰۱۱۵۳ | ۷،۵ | ۰،۰۰۵۸۶ | ۰،۰۰۰۸۴ | ۰،۰۰۵۰۲ | ۶ | ۲۴،۰۱۲۰ | ۳،۴۳۰۳ | ۲۰،۵۸۱۷ |
| ۸۰۰ | ۰،۰۱۵۳۱ | ۰،۰۰۲۱۹ | ۰،۰۱۳۱۲ | ۸،۰ | ۰،۰۰۶۶۷ | ۰،۰۰۰۹۵ | ۰،۰۰۵۷۲ | ۶ ½ | ۲۸،۱۸۰۰ | ۴،۰۲۵۸ | ۲۴،۱۵۵۱ |
| ۸۵۰ | ۰،۰۱۷۲۸ | ۰،۰۰۲۴۷ | ۰،۰۱۴۸۱ | ۸،۵ | ۰،۰۰۷۵۳ | ۰،۰۰۱۰۸ | ۰،۰۰۶۴۵ | ۷ | ۳۲،۶۸۳۰ | ۴،۶۶۹۰ | ۲۸،۰۱۴۳ |
| ۹۰۰ | ۰،۰۱۹۳۸ | ۰،۰۰۲۷۷ | ۰،۰۱۶۶۱ | ۹،۰ | ۰،۰۰۸۴۴ | ۰،۰۰۱۲۱ | ۰،۰۰۷۲۳ | ۷ ½ | ۳۷،۵۱۹۰ | ۵،۳۵۹۹ | ۳۲،۱۵۹۱ |

| فاصلہ فٹوں میں | تقسیم رسدی فٹوں میں: انحناء کے لیے | انعطاف کے لیے | انحناء اور انعطاف کے لیے | فاصلہ جریبوں میں | تقسیم رسدی فٹوں میں: انحناء کے لیے | انعطاف کے لیے | انحناء اور انعطاف کے لیے | فاصلہ میلوں میں | تقسیم رسدی فٹوں میں: انحناء کے لیے | انعطاف کے لیے | انحناء اور انعطاف کے لیے |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۹۵۰ | ٫۰۲۱۵۵ | ٫۰۰۳۰۸ | ٫۰۱۸۵۱ | ۹٫۵ | ٫۰۰۹۴۰ | ٫۰۰۱۳۴ | ٫۰۰۸۰۶ | ۸ | ۴۲٫۶۸۸۰ | ۶٫۰۹۹۷ | ۳۶٫۵۸۸۳ |
| ۱۰۰۰ | ٫۰۲۳۹۲ | ٫۰۰۳۳۳ | ٫۰۲۰۵۹ | ۱۰٫۰ | ٫۰۱۰۴۲ | ٫۰۰۱۴۹ | ٫۰۰۸۹۳ | ۸ ۱/۲ | ۴۸٫۱۹۱۰ | ۶٫۸۸۴۴ | ۴۱٫۳۰۶۶ |
| ۱۰۵۰ | ٫۰۲۶۳۸ | ٫۰۰۳۶۷ | ٫۰۲۲۷۱ | ۱۰٫۵ | ٫۰۱۱۴۹ | ٫۰۰۱۶۴ | ٫۰۰۹۸۵ | ۹ | ۵۴٫۰۲۷۰ | ۷٫۷۱۸۱ | ۴۶٫۳۰۸۹ |
| ۱۱۰۰ | ٫۰۲۸۹۵ | ٫۰۰۴۱۴ | ٫۰۲۴۸۱ | ۱۱٫۰ | ٫۰۱۲۶۱ | ٫۰۰۱۸۰ | ٫۰۱۰۸۱ | ۹ ۱/۲ | ۶۰٫۱۹۶۱ | ۸٫۵۹۹۶ | ۵۱٫۵۹۶۵ |
| ۱۱۵۰ | ٫۰۳۱۶۴ | ٫۰۰۴۵۲ | ٫۰۲۷۱۳ | ۱۱٫۵ | ٫۰۱۳۷۸ | ٫۰۰۱۹۷ | ٫۰۱۱۸۱ | ۱۰ | ۶۶٫۷۰۰۰ | ۹٫۵۲۸۶ | ۵۷٫۱۷۱۴ |
| ۱۲۰۰ | ٫۰۳۴۴۵ | ٫۰۰۴۹۲ | ٫۰۲۹۵۳ | ۱۲٫۰ | ٫۰۱۵۰۱ | ٫۰۰۲۱۴ | ٫۰۱۲۸۷ | ۱۱ | ۸۰٫۷۰۷۰ | ۱۱٫۵۲۹۶ | ۶۹٫۱۷۷۴ |
| ۱۲۵۰ | ٫۰۳۷۳۸ | ٫۰۰۵۳۴ | ٫۰۳۲۰۴ | ۱۲٫۵ | ٫۰۱۶۲۸ | ٫۰۰۲۳۳ | ٫۰۱۳۹۵ | ۱۲ | ۹۶٫۰۴۸۰ | ۱۳٫۷۲۱۱ | ۸۲٫۳۲۶۹ |
| ۱۳۰۰ | ٫۰۴۰۴۳ | ٫۰۰۵۷۸ | ٫۰۳۴۶۵ | ۱۳٫۰ | ٫۰۱۷۶۱ | ٫۰۰۲۵۲ | ٫۰۱۵۰۹ | ۱۳ | ۱۱۲٫۷۲۳۰ | ۱۶٫۱۰۳۳ | ۹۶٫۶۱۹۷ |
| ۱۳۵۰ | ٫۰۴۳۶۱ | ٫۰۰۶۲۳ | ٫۰۳۷۳۸ | ۱۳٫۵ | ٫۰۱۸۹۹ | ٫۰۰۲۷۱ | ٫۰۱۶۲۸ | ۱۴ | ۱۳۰٫۷۳۲۰ | ۱۸٫۶۷۶۰ | ۱۱۲٫۰۵۶۰ |
| ۱۴۰۰ | ٫۰۴۶۸۹ | ٫۰۰۶۷۰ | ٫۰۴۰۱۹ | ۱۴٫۰ | ٫۰۲۰۴۳ | ٫۰۰۲۹۲ | ٫۰۱۷۵۱ | ۱۵ | ۱۵۰٫۰۷۵۰ | ۲۱٫۴۳۹۳ | ۱۲۸٫۶۳۵۷ |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱۴۵۰ | ۰٫۵۰۳۰ | ۰٫۰۰۷۱۹ | ۰٫۰۴۳۱۱ | ۱۴۶۵ | ۰٫۰۲۱۹۱ | ۰٫۰۰۳۱۳ | ۰٫۰۱۸۶۸ | ۱۶ | ۱۷۰٫۷۵۲۰ | ۲۳٫۳۹۳۱ | ۱۴۶٫۳۵۸۹ |
| ۱۵۰۰ | ۰٫۵۳۸۳ | ۰٫۰۰۷۶۹ | ۰٫۰۴۶۱۴ | ۱۵۶۰ | ۰٫۰۲۳۴۵ | ۰٫۰۰۳۴۵ | ۰٫۰۲۰۱۰ | ۱۷ | ۱۹۲٫۷۶۳۰ | ۲۷٫۵۳۷۶ | ۱۶۵٫۲۲۵۴ |
| ۱۵۵۰ | ۰٫۵۷۴۸ | ۰٫۰۰۸۲۱ | ۰٫۰۴۹۲۷ | ۱۵۶۵ | ۰٫۰۲۵۰۴ | ۰٫۰۰۳۵۸ | ۰٫۰۲۱۴۶ | ۱۸ | ۲۱۶٫۱۰۸۶ | ۳۰٫۸۷۲۷ | ۱۸۵٫۲۳۵۹ |
| ۱۶۰۰ | ۰٫۶۱۲۵ | ۰٫۰۰۸۷۵ | ۰٫۰۵۲۵۰ | ۱۶۶۰ | ۰٫۰۲۶۶۸ | ۰٫۰۰۳۸۱ | ۰٫۰۲۲۸۷ | ۱۹ | ۲۴۶٫۷۸۷۰ | ۳۴٫۳۹۸۱ | ۲۰۶٫۲۸۸۹ |
| ۱۶۵۰ | ۰٫۶۵۱۴ | ۰٫۰۰۹۳۱ | ۰٫۰۵۵۸۳ | ۱۶۶۵ | ۰٫۰۲۸۳۷ | ۰٫۰۰۴۰۵ | ۰٫۰۲۴۳۲ | ۲۰ | ۲۲۶٫۸۰۰۰ | ۳۸٫۱۱۴۳ | ۲۲۸٫۶۸۵۷ |
| ۱۷۰۰ | ۰٫۶۹۱۴ | ۰٫۰۰۹۸۸ | ۰٫۰۵۹۲۶ | ۱۷۶۰ | ۰٫۰۳۰۱۲ | ۰٫۰۰۴۳۰ | ۰٫۰۲۵۸۲ | | | | |
| ۱۷۵۰ | ۰٫۷۳۲۷ | ۰٫۰۱۰۴۷ | ۰٫۰۶۲۸۰ | ۱۷۶۵ | ۰٫۰۳۱۹۲ | ۰٫۰۰۴۵۶ | ۰٫۰۲۷۳۶ | | | | |
| ۱۸۰۰ | ۰٫۷۷۵۲ | ۰٫۰۱۱۰۷ | ۰٫۰۶۶۴۵ | ۱۸۶۰ | ۰٫۰۳۳۷۷ | ۰٫۰۰۴۸۲ | ۰٫۰۲۸۹۵ | | | | |
| ۱۸۵۰ | ۰٫۸۱۸۸ | ۰٫۰۱۱۷۰ | ۰٫۰۷۰۱۸ | ۱۸۶۵ | ۰٫۰۳۵۶۷ | ۰٫۰۰۵۰۹ | ۰٫۰۳۰۵۸ | | | | |
| ۱۹۰۰ | ۰٫۸۶۳۷ | ۰٫۰۱۲۳۴ | ۰٫۰۷۴۰۳ | ۱۹۶۰ | ۰٫۰۳۷۶۲ | ۰٫۰۰۵۳۷ | ۰٫۰۳۲۲۵ | | | | |
| ۱۹۵۰ | ۰٫۹۰۹۸ | ۰٫۰۱۳۰۰ | ۰٫۰۷۷۹۸ | ۱۹۶۵ | ۰٫۰۳۹۶۳ | ۰٫۰۰۵۶۶ | ۰٫۰۳۳۹۷ | | | | |
| ۲۰۰۰ | ۰٫۹۵۷۰ | ۰٫۰۱۳۶۷ | ۰٫۰۸۲۰۳ | ۲۰۶۰ | ۰٫۰۴۱۶۹ | ۰٫۰۰۵۹۶ | ۰٫۰۳۵۷۳ | | | | |

# جدول ۳۴[1]

## فلکی انعطاف[2]

| ظاہری راسی فاصلہ | اوسط انعطاف بارپیما ۳۰" تپش ۵۰ ف | فرق ا' راسی فاصلہ کے لیے | فرق ایک انچ بارپیما کے لیے | فرق ایک درجہ تپش کے لیے | ظاہری راسی فاصلہ | اوسط انعطاف بارپیما ۳۰" تپش ۵۰ ف | فرق ا' راسی فاصلہ کے لیے | فرق ایک انچ بارپیما کے لیے | فرق ایک درجہ تپش کے لیے |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۰° | ۰' ۰٫۰" | +۰٫۰۱۷" | ۰٫۰۰" | ۰٫۰۰۰" | ۴۶° | ۱' ۰٫۳" | +۰٫۰۳۵" | ۲٫۰۴ | -۰٫۱۲۱" |
| ۱ | ۱٫۰ | ۰٫۰۱۷ | ۰٫۰۳ | ۰٫۰۰۲ | ۴۷ | ۱ ۲٫۴ | ۰٫۰۳۷ | ٫۱۲ | ٫۱۲۵ |
| ۲ | ۲٫۰ | ۰٫۰۱۷ | ۰٫۰۶ | ۰٫۰۰۴ | ۴۸ | ۱ ۴٫۶ | ۰٫۰۳۸ | ٫۱۹ | ٫۱۲۹ |
| ۳ | ۳٫۱ | ۰٫۰۱۷ | ۰٫۱۱ | ۰٫۰۰۶ | ۴۹ | ۱ ۷٫۰ | ۰٫۰۳۹ | ٫۲۷ | ٫۱۳۴ |
| ۴ | ۴٫۱ | ۰٫۰۱۷ | ۰٫۱۴ | ۰٫۰۰۸ | ۵۰ | ۱ ۹٫۴ | ۰٫۰۴۱ | ٫۳۵ | ٫۱۳۹ |
| ۵ | ۵٫۱ | ۰٫۰۱۷ | ۰٫۱۷ | ۰٫۰۱۰ | ۵۱ | ۱ ۱۱٫۹ | ۰٫۰۴۲ | ٫۴۴ | ٫۱۴۴ |

[1] امدادی جدول ۲۲، سروے آف انڈیا

[2] ۸۵ مم بلندی یا ارتفاع ہندوستان کے لیے موزوں اور کافی صحیح ہے۔

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۶° | ۶٫۱ ″ ′ | ٫۰۱۶ ″ | ٫۳۱ ″ | ٫۰۱۲ ″ | ۵۲° | ۱ ′ ۱۳٫۵ ″ | ٫۰۳۴ ″ | ٫۵۳ ″ | ٫۱۳۹ ″ |
| ۷ | ۷٫۲ | ٫۰۱۶ | ٫۳۴ | ٫۰۱۳ | ۵۳ | ۱ ۱۷٫۲ | ٫۰۳۷ | ٫۶۲ | ٫۱۵۴ |
| ۸ | ۸٫۲ | ٫۰۱۶ | ٫۲۸ | ٫۰۱۴ | ۵۴ | ۱ ۲۰٫۱ | ٫۰۳۹ | ٫۷۲ | ٫۱۶۰ |
| ۹ | ۹٫۲ | ٫۰۱۶ | ٫۳۱ | ٫۰۱۸ | ۵۵ | ۱ ۲۳٫۱ | ٫۰۵۱ | ٫۸۲ | ٫۱۶۶ |
| ۱۰ | ۱۰٫۳ | ٫۰۱۶ | ٫۳۵ | ٫۰۲۱ | ۵۶ | ۱ ۲۶٫۲ | ٫۰۵۴ • | ۲٫۹۲ | ٫۱۷۲ • |
| ۱۱ | ۱۱٫۳ • | ٫۰۱۶ • | ٫۳۸ • | ٫۰۲۳ • | ۵۷ | ۱ ۲۹٫۵ | ٫۰۵۷ | ۳٫۰۳ | ٫۱۷۹ |
| ۱۲ | ۱۲٫۳ | ٫۰۱۸ | ٫۴۲ | ٫۰۲۵ | ۵۸ | ۱ ۳۳٫۰ | ٫۰۶۰ | ٫۱۵ | ٫۱۸۶ |
| ۱۳ | ۱۳٫۵ | ٫۰۱۸ | ٫۴۶ | ٫۰۲۶ | ۵۹ | ۱ ۳۶٫۷ | ٫۰۶۴ | ٫۲۸ | ٫۱۹۳ |
| ۱۴ | ۱۴٫۵ | ٫۰۱۸ | ٫۴۹ | ٫۰۲۹ | ۶۰ | ۱ ۴۰٫۶ | ٫۰۶۸ | ٫۴۱ | ٫۲۰۱ |
| ۱۵ | ۱۵٫۶ | ٫۰۱۸ | ٫۵۳ | ٫۰۳۱ | ۶۱ | ۱ ۴۴٫۸ | ٫۰۷۲ | ٫۵۵ | ٫۲۱۰ |

| ظاہری راسی فاصلہ | اوسط انعطاف بارپیما ۳۰″ تپش ۵۰° ف | فرق اَ راسی فاصلہ کے لیے | فرق ایک انچ بارپیما کے لیے | فرق ایک درجہ تپش کے لیے | ظاہری راسی فاصلہ | اوسط انعطاف بارپیما ۳۰″ تپش ۵۰° ف | فرق اَ راسی فاصلہ کے لیے | فرق ایک انچ بارپیما کے لیے | فرق ایک درجہ تپش کے لیے |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱۶° | ′ ″۱۶٫۷ | ″٫۰۱۸ | ″٫۵۶ | ″٫۰۳۳ | ۶۲° | ′۱ ″۴۹٫۲ | ″٫۰۷۶ | ″٫۷۰ | ″٫۲۱۸ |
| ۱۷ | ۱۷٫۸ | ٫۰۱۸ | ٫۶۰ | ٫۰۳۶ | ۶۳ | ۱ ۵۳٫۹ | ٫۰۸۱ | ٫۸۶ | ٫۲۲۸ |
| ۱۸ | ۱۸٫۹ | ٫۰۱۹ | ٫۶۴ | ٫۰۳۸ | ۶۴ | ۱ ۵۸٫۹ | ٫۰۸۸ | ۴٫۰۳ | ٫۲۳۸ |
| ۱۹ | ۲۰٫۱ | ٫۰۱۹ | ٫۶۸ | ٫۰۴۰ | ۶۵ | ۲ ۴٫۴ | ٫۰۹۵ | ٫۲۲ | ٫۲۴۹ |
| ۲۰ | ۲۱٫۲ | ٫۰۱۹ | ٫۷۲ | ٫۰۴۲ | ۶۶ | ۲ ۱۰٫۲ | ٫۱۰۱ | ۴٫۴۱ | ٫۲۶۰ |
| ۲۱ | ۲۲٫۴ | ٫۰۱۹ | ٫۷۶ | ٫۰۴۵ | ۶۷ | ۲ ۱۶٫۵ | ٫۱۰۹ | ٫۶۳ | ٫۲۷۳ |
| ۲۲ | ۲۳٫۶ | ٫۰۱۹ | ٫۸۰ | ٫۰۴۷ | ۶۸ | ۲ ۲۳٫۳ | ٫۱۱۸ | ٫۸۶ | ٫۲۸۷ |
| ۲۳ | ۲۴٫۷ | ٫۰۲۰ | ٫۸۴ | ٫۰۴۹ | ۶۹ | ۲ ۳۰٫۷ | ٫۱۲۹ | ۵٫۱۱ | ٫۳۰۱ |
| ۲۴ | ۲۶٫۰ | ٫۰۲۰ | ٫۸۸ | ٫۰۵۲ | ۷۰ | ۲ ۳۸٫۸ | ٫۱۴۲ | ٫۳۸ | ٫۳۱۸ |
| ۲۵ | ۲۷٫۳ | ٫۰۲۰ | ٫۹۲ | ٫۰۵۴ | ۷۱ | ۲ ۴۷٫۷ | ٫۱۵۵ | ٫۶۸ | ٫۳۳۵ |

| ° | ″ | ″ | ″ | ″ | ° ′ | ′ ″ | ″ | ″ | ″ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۲۶ | ۲۸٫۶۴ | ۰٫۰۲۱ | ۰٫۹۴ | ۰٫۰۵۷ | ۴۲ ۰ | ۲ ۵۷٫۶۴ | ۰٫۱۷۱ | ۶٫۰۱ | ۰٫۳۵۵ |
| ۲۷ | ۲۹٫۱۷ | ۰٫۰۲۲ | ۱٫۰۱ | ۰٫۰۵۹ | ۳۰ | ۳ ۲٫۸ | ۰٫۱۸۲ | ۰٫۲۰ | ۰٫۳۶۶ |
| ۲۸ | ۳۱٫۱۰ | ۰٫۰۲۲ | ۰٫۰۵ | ۰٫۰۶۲ | ۴۳ ۰ | ۳ ۸٫۶۳ | ۰٫۱۹۰ | ۰٫۳۸ | ۰٫۳۷۷ |
| ۲۹ | ۳۲٫۶۳ | ۰٫۰۲۳ | ۰٫۰۹ | ۰٫۰۶۵ | ۳۰ | ۳ ۱۴٫۶۲ | ۰٫۲۰۴ | ۰٫۵۸ | ۰٫۳۸۸ |
| ۳۰ | ۳۳٫۶۷ | ۰٫۰۲۳ | ۰٫۱۴ | ۰٫۰۶۷ | ۴۴ ۰ | ۳ ۲۰٫۱۵ | ۰٫۲۱۵ | ۰٫۸۰ | ۰٫۴۰۱ |
| ۳۱ | ۳۵٫۰۰ ۰ | ۰٫۰۲۳ ۰ | ۱٫۱۹ | ۰٫۰۷۰ ۰ | ۳۰ | ۳ ۲۶٫۶۱ | ۰٫۲۲۷ | ۷٫۰۳ | ۰٫۴۱۳ |
| ۳۲ | ۳۶٫۱۲ | ۰٫۰۲۳ | ۰٫۲۳ | ۰٫۰۷۳ | | | | | |
| ۳۳ | ۳۷٫۶۸ | ۰٫۰۲۴ | ۰٫۲۸ | ۰٫۰۷۶ | ۴۵ ۰ | ۳ ۳۲٫۶۱ | ۰٫۲۳۷ ۰ | ۷٫۲۶ | ۰٫۴۲۸ ۰ |
| ۳۴ | ۳۹٫۱۳ | ۰٫۰۲۵ | ۰٫۳۳ | ۰٫۰۷۹ | ۱۰ | ۳ ۳۶٫۶۵ | ۰٫۲۴۵ | ۰٫۳۴ | ۰٫۴۳۳ |
| ۳۵ | ۴۰٫۶۸ | ۰٫۰۲۵ | ۰٫۳۸ | ۰٫۰۸۳ | ۲۰ | ۳ ۳۹٫۶۰ | ۰٫۲۵۳ | ۰٫۴۳ | ۰٫۴۳۸ |

| ظاہری راسی فاصلہ | اوسط انعطاف بارپیما ۳۰" تپش ۵۰° ف | فرق ۱' راسی فاصلہ کے لیے | فرق ایک انچ بارپیما کے لیے | فرق ایک درجہ تپش کے لیے | ظاہری راسی فاصلہ | اوسط انعطاف بارپیما ۳۰" تپش ۵۰° ف | فرق ۱' راسی فاصلہ کے لیے | فرق ایک انچ بارپیما کے لیے | فرق ایک درجہ تپش کے لیے |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۳۶° | ۳' ۴۲٫۳" | ٫۰۲۶" | ٫۴۳" | ٫۰۸۵" | ۷۵° ۳۰' | ۳' ۴۱٫۶" | ٫۲۵۷" | ٫۵۱" | ٫۴۴۳" |
| ۳۷ | ۴۴٫۹ | ٫۰۲۷ | ٫۴۹ | ٫۰۸۸ | ۴۰ | ۳ ۴۴٫۲ | ٫۲۶۳ | ٫۶۰ | ٫۴۴۸ |
| ۳۸ | ۴۵٫۵ | ٫۰۲۸ | ٫۵۴ | ٫۰۹۱ | ۵۰ | ۳ ۴۶٫۸ | ٫۲۶۸ | ٫۶۹ | ٫۴۵۴ |
| ۳۹ | ۴۷٫۲ | ٫۰۲۸ | ٫۶۰ | ٫۰۹۴ | | | | | |
| ۴۰ | ۴۸٫۹ | ٫۰۲۸ | ٫۶۶ | ٫۰۹۸ | ۷۶ ۰ | ۳ ۴۹٫۶ | ٫۲۷۵ | ٫۷۸ | ٫۴۵۹ |
| ۴۱ | ۵۰٫۶ | ٫۰۲۹ | ۱٫۷۲ | ۰ ٫۱۰۱ | ۱۰ | ۳ ۵۲٫۳ | ٫۲۸۰ | ٫۸۶ | ٫۴۶۵ |
| ۴۲ | ۵۲٫۴ | ٫۰۳۱ | ٫۷۸ | ٫۱۰۵ | ۲۰ | ۳ ۵۵٫۲ | ٫۲۸۷ | ٫۹۷ | ٫۴۷۰ |
| ۴۳ | ۵۴٫۳ | ٫۰۳۲ | ٫۸۴ | ٫۱۰۹ | ۳۰ | ۳ ۵۸٫۱ | ٫۲۹۵ | ۸٫۰۷ | ٫۴۷۶ |
| ۴۴ | ۵۶٫۲ | ٫۰۳۳ | ٫۹۱ | ٫۱۱۲ | ۴۰ | ۴ ۱٫۰ | ٫۳۰۰ | ٫۱۷ | ٫۴۸۲ |
| ۴۵ | ۵۸٫۲ | ۰٫۰۳۴ | ٫۹۷ | ٫۱۱۶ | ۵۰ | ۴ ۴٫۱ | ٫۳۱۰ | ٫۲۷ | ٫۴۸۸ |

| ۱٫۲۰۳″ | ۱۸٫۶۱″ | +۱٫۳۹۵″ | ۷٫۰″ | ۹′ | ۳۰′ | ۸۴° | ۰٫۴۹۴″ | ۸٫۴۰″ | +۱٫۳۱۵″ | ۷٫۲″ | ۴′ | ۰′ | ۶۶° |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ٫۲۳۵ | ۱۹٫۲۵ | ٫۴۶۰ | ۲۱٫۳ | ۹ | ۴۰ | | ٫۵۲۶ | ٫۵۱ | ٫۳۲۰ | ۱۰٫۴ | ۴ | ۱۰ | |
| ٫۲۶۸ | ٫۶۶ | ٫۵۳۵ | ۳۶٫۲ | ۹ | ۵۰ | | ٫۵۳۲ | ٫۶۲ | ٫۳۳۰ | ۱۳٫۶ | ۴ | ۲۰ | |
| | | | | | | | ٫۵۴۰ | ٫۷۴ | ٫۳۴۰ | ۱۶٫۰ | ۴ | ۳۰ | |
| ۱٫۳۰۲ | ۲۰٫۳۱ | ۱٫۶۳۰ | ۵۲٫۰ | ۹ | ۰ | ۸۵ | ٫۵۴۷ | ٫۸۵ | ٫۳۴۵ | ۲۰٫۴ | ۴ | ۴۰ | |
| ٫۳۴ | ٫۹ | ٫۶۰ | ۹ | ۱۰ | ۱۰ | | ٫۵۵۴ | ٫۹۶ | ٫۳۵۵ | ۲۳٫۹ | ۴ | ۵۰ | |
| ٫۴۴ | ۲۱٫۵ | ٫۶۹ | ۲۶ | ۱۰ | ۲۰ | | ٫۰۵۲ | ۹٫۰۹ | ٫۳۶۵ | ۲۷٫۵ | ۴ | ۰ | ۶۸ |
| ٫۴۸ | ۲۲٫۱ | ٫۸۹ | ۴۴ | ۱۹ | ۳۰ | | ٫۵۶۰ | ٫۲۲ | ٫۳۷۵ | ۳۱٫۲ | ۴ | ۱۰ | |
| ٫۵۳ | ٫۹ | ٫۹۹ | ۴ | ۱۱ | ۴۰ | | ٫۵۷۸ | ٫۳۵ | ٫۳۸۵ | ۳۵٫۰ | ۴ | ۲۰ | |
| ٫۵۷ | ۲۳٫۶ | ۳٫۱۱ | ۲۴ | ۱۱ | ۵۰ | | ٫۵۸۶ | ٫۴۸ | ٫۳۹۵ | ۳۸٫۹ | ۴ | ۳۰ | |
| ٫۶۲ | ۲۴٫۴ | ٫۲۱ | ۴۶ | ۱۱ | ۰ | ۸۶ | ٫۵۹۴ | ٫۶۲ | ٫۴۰۵ | ۴۲٫۹ | ۴ | ۴۰ | |
| ٫۶۵ | ٫۷ | ٫۲۹ | ۵۷ | ۱۱ | ۵ | | ٫۶۰۳ | ٫۷۶ | ٫۴۱۵ | ۴۶٫۰ | ۴ | ۵۰ | |

| ظاہری راسی فاصلہ | اوسط انعطاف بار پیما ۳۰" تپش ۵۰° ف | فرق آ راسی فاصلہ کے لیے | فرق ایک انچ بار پیما کے لیے | فرق ایک درجہ تپش کے لیے | ظاہری راسی فاصلہ | اوسط انعطاف بار پیما ۳۰" تپش ۵۰° ف | فرق آ راسی فاصلہ کے لیے | فرق ایک انچ بار پیما کے لیے | فرق ایک درجہ تپش کے لیے |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۶۹ ۰ | ۴ ۵۱،۲ | ۰،۴۳۰ | ۹،۹۰ | ۰،۶۱۲ | ۵ ۱۰ | ۱۲ ۹ | ،۳۶ | ۲۵،۱۱ | ،۶۸ |
| ۱۰ | ۴ ۵۵،۶ | ،۴۴۰ | ۱۰،۰۵ | ،۶۲۱ | ۱۵ | ۱۲ ۲۱ | ،۴۳ | ،۶ | ،۷۰ |
| ۲۰ | ۵ ۰،۰ | ،۴۵۰ | ،۲۰ | ،۶۳۰ | ۲۰ | ۱۲ ۳۳ | ،۵۰ | ۲۶،۰ | ،۷۳ |
| ۳۰ | ۵ ۴،۶ | ،۴۶۵ | ،۳۶ | ،۶۴۰ | ۲۵ | ۱۲ ۴۶ | ،۵۸ | ،۴ | ،۷۶ |
| ۴۰ | ۵ ۹،۳ | ،۴۸۰ | ،۵۳ | ،۶۵۰ | | | | | |
| ۵۰ | ۵ ۱۴،۲ | ،۴۹۵ | ،۶۸ | ،۶۶۰ | ۸۶ ۳۰ | ۱۲ ۵۹ | ۲،۶۶ | ۲۶،۹ | ۱،۸۷ |
| ۷۰ ۰ | ۵ ۱۹،۲ | ،۵۰۵ | ۱۰،۸۵ | ،۶۷۰ | ۳۵ | ۱۳ ۱۲ | ،۷۵ | ۲۷،۵ | ،۹۰ |
| ۱۰ | ۵ ۲۴،۲ | ،۵۲۰ | ۱۱،۰۳ | ،۶۸۱ | ۴۰ | ۱۳ ۲۶ | ،۸۴ | ۲۸،۰ | ،۹۴ |
| ۲۰ | ۵ ۲۹،۶ | ،۵۴۰ | ،۲۱ | ،۶۹۲ | ۴۵ | ۱۳ ۴۱ | ،۹۲ | ،۵ | ،۹۷ |
| ۳۰ | ۵ ۳۵،۱ | ،۵۶۰ | ،۳۹ | ،۷۰۴ | ۵۰ | ۱۳ ۵۶ | ۳،۰۲ | ۲۹،۰ | ۲،۰۱ |
| ۴۰ | ۵ ۴۰،۸ | ،۵۷۵ | ،۶۲ | ،۷۱۶ | ۵۵ | ۱۴ ۱۱ | ،۱۳ | ،۵ | ،۰۴ |
| ۵۰ | ۵ ۴۶،۶ | ،۵۹۰ | ،۸۳ | ،۷۲۸ | ۸۷ ۰ | ۱۴ ۲۷ | ،۲۳ | ۳۰،۱ | ،۰۸ |

| ۵ / | / | // | // | // | // | ۵ / | / | // | // | // | / |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۸۱ ۰ | ۵ | ۵۲،۶ | ۰،۶۱۰ | ۱۲،۰۲ | ۰،۷۴۰ | ۵ | ۱۴ | ۴۳ | ،۳۳ | ،۶ | ،۱۲ |
| ۱۰ | ۵ | ۵۸،۸ | ،۶۳۵ | ،۲۳ | ،۷۵۳ | ۱۰ | ۱۵ | ۰ | ،۴۵ | ۳۱،۲ | ،۲۵ |
| ۲۰ | ۶ | ۵،۳ | ،۶۵۵ | ،۴۶ | ،۷۶۷ | ۱۵ | ۱۵ | ۱۸ | ،۵۸ | ،۸ | ،۲۹ |
| ۳۰ | ۶ | ۱۱،۹ | ،۶۷۵ | ،۶۸ | ،۷۸۱ | ۲۰ | ۱۵ | ۳۶ | ،۷۱ | ۳۲،۵ | ،۳۴ |
| ۴۰ | ۶ | ۱۸،۸ | ،۷۰۰ | ،۹۲ | ،۷۹۵ | ۲۵ | ۱۵ | ۵۵ | ،۸۳ | ۳۳،۱ | ،۳۹ |
| ۵۰ | ۶ | ۲۵،۹ | ،۷۲۵ | ۱۳،۱۶ | ،۸۱۰ | | | | | | |
| ۸۲ ۰ | ۶ | ۳۳،۳ | ،۷۵۵ | ۱۳،۴۱ | ،۸۲۶ | ۸۶ ۳۰ | ۱۶ | ۱۳ | ۳،۹۶ | ۳۳،۸ | ۲،۴۴ |
| ۱۰ | ۶ | ۴۱،۰ | ،۷۸۰ | ،۶۷ | ،۸۴۲ | ۳۵ | ۱۶ | ۳۴ | ۴،۱۳ | ۳۴،۹ | ،۴۹ |
| ۲۰ | ۶ | ۴۸،۹ | ،۸۱۰ | ،۹۴ | ،۸۵۸ | ۴۰ | ۱۶ | ۵۵ | ،۲۹ | ۳۵،۶ | ،۵۴ |
| ۳۰ | ۶ | ۵۷،۲ | ،۸۴۰ | ۱۴،۲۳ | ،۸۷۶ | ۴۵ | ۱۷ | ۱۷ | ،۴۴ | ۳۶،۴ | ،۵۹ |
| ۴۰ | ۷ | ۵،۷ | ،۸۷۰ | ،۵۶ | ،۸۹۴ | ۵۰ | ۱۷ | ۴۰ | ،۶۰ | ۳۷،۲ | ،۷۶ |
| ۵۰ | ۷ | ۱۳،۶ | ،۹۱۰ | ،۸۶ | ،۹۱۳ | ۵۵ | ۱۸ | ۳ | ،۷۹ | ۳۸،۰ | ،۸۲ |

| ظاہری راسی فاصلہ | اوسط انعطاف بارپیما ۳۰" تپش ۵۰°ف | فرق ۱' راسی فاصلہ کے لیے | فرق ایک انچ بارپیما کے لیے | فرق ایک درجہ تپش کے لیے | ظاہری راسی فاصلہ | اوسط انعطاف بارپیما ۳۰" تپش ۵۰°ف | فرق ۱' راسی فاصلہ کے لیے | فرق ایک انچ بارپیما کے لیے | فرق ایک درجہ تپش کے لیے |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۸۳° ۰' | ۷' ۲۳٫۶۹" | ۰٫۹۴۵" | ۱۵٫۱۸" | ۰٫۹۳۲" | ۸۸° ۰' | ۱۸' ۲۸" | ۴٫۹۹" | ٫۹" | ٫۸۸" |
| ۱۰ | ۷ ۳۳٫۵ | ٫۹۸۰ | ٫۵۱ | ٫۹۹۸ | ۵ | ۱۸ ۵۳ | ۵٫۱۹ | ۳۹٫۸ | ٫۹۵ |
| ۲۰ | ۷ ۴۳٫۵ | ۱٫۰۲۵ | ٫۸۵ | ۱٫۰۲۰ | ۱۰ | ۱۹ ۲۰ | ٫۴۰ | ۴۰٫۷ | ۳٫۰۲ |
| ۳۰ | ۷ ۵۴٫۰ | ٫۰۷۰ | ۱۶٫۲۱ | ٫۰۴۳ | ۱۵ | ۱۹ ۴۷ | ٫۶۳ | ۴۱٫۷ | ٫۰۹ |
| ۴۰ | ۸ ۴٫۹ | ٫۱۱۰ | ٫۵۸ | ٫۰۶۷ | ۲۰ | ۲۰ ۱۶ | ٫۸۶ | ۴۲٫۷ | ٫۲۸ |
| ۵۰ | ۸ ۱۶٫۲ | ٫۱۶۰ | ٫۹۷ | ٫۰۹۲ | ۲۵ | ۲۰ ۴۶ | ۶٫۱۱ | ۴۳٫۷ | ٫۳۶ |
| ۸۴ ۰ | ۸ ۲۸٫۱ | ۱٫۲۱۵ | ۱۷٫۳۸ | ۱٫۱۱۸ | ۸۸ ۳۰ | ۲۱ ۱۷ | ۶٫۳۸ | ۴۴٫۸ | ۳٫۴۵ |
| ۱۰ | ۸ ۴۰٫۵ | ٫۲۶۵ | ٫۸۰ | ٫۱۴۵ | ۳۵ | ۲۱ ۵۰ | ٫۶۷ | ۴۶٫۴ | ٫۵۴ |
| ۲۰ | ۸ ۵۳٫۴ | ٫۳۲۵ | ۱۸٫۲۴ | ٫۱۷۳ | ۴۰ | ۲۲ ۲۴ | ٫۹۸ | ۴۷٫۸ | ٫۷۶ |

نوٹ:- (۱) انعطاف کو ظاہری راسی فاصلہ میں جمع کرنا چاہیے اور ظاہری ارتفاع میں سے تفریق کرنا چاہیے۔

(۲) بارپیما کی تقسیم رسدی اوسط انعطاف سے تفریق/جمع کی جاتی ہے اگر بارپیما کم/زیادہ ۳۰ انچ سے ہو۔

(۳) تپش کی تقسیم رسدی اوسط انعطاف سے تفریق/جمع کی جاتی ہے اگر تپش زیادہ/کم ۵۰ درجہ فارن ہیٹ سے ہو۔

# جدول ۴

## شمسی اختلافِ منظر ارتفاع میں

| ارتفاع | اختلافِ منظر | ارتفاع | اختلافِ منظر | ارتفاع | اختلافِ منظر |
|---|---|---|---|---|---|
| ۰° | ۸٫۶۰″ | ۳۰° | ۷٫۴۵″ | ۶۰° | ۴٫۳۰″ |
| ۲ | ۸٫۵۹ | ۳۲ | ۷٫۲۹ | ۶۲ | ۴٫۰۴ |
| ۴ | ۸٫۵۸ | ۳۴ | ۷٫۱۳ | ۶۴ | ۳٫۷۷ |
| ۶ | ۸٫۵۵ | ۳۶ | ۶٫۹۶ | ۶۶ | ۳٫۵۰ |
| ۸ | ۸٫۵۲ | ۳۸ | ۶٫۷۸ | ۶۸ | ۳٫۲۲ |
| ۱۰ | ۸٫۴۷ | ۴۰ | ۶٫۵۹ | ۷۰ | ۲٫۹۴ |
| ۱۲ | ۸٫۴۱ | ۴۲ | ۶٫۳۹ | ۷۲ | ۲٫۶۶ |
| ۱۴ | ۸٫۳۴ | ۴۴ | ۶٫۱۹ | ۷۴ | ۲٫۳۷ |
| ۱۶ | ۸٫۲۶ | ۴۶ | ۵٫۹۷ | ۷۶ | ۲٫۰۸ |
| ۱۸ | ۸٫۱۸ | ۴۸ | ۵٫۷۵ | ۷۸ | ۱٫۷۹ |
| ۲۰ | ۸٫۰۸ | ۵۰ | ۵٫۵۳ | ۸۰ | ۱٫۴۹ |
| ۲۲ | ۷٫۹۷ | ۵۲ | ۵٫۲۹ | ۸۲ | ۱٫۲۰ |
| ۲۴ | ۷٫۸۶ | ۵۴ | ۵٫۰۵ | ۸۴ | ۰٫۹۰ |
| ۲۶ | ۷٫۷۳ | ۵۶ | ۴٫۸۱ | ۸۶ | ۰٫۶۰ |
| ۲۸ | ۷٫۵۹ | ۵۸ | ۴٫۵۶ | ۸۸ | ۰٫۳۰ |
| | | | | ۹۰ | ۰٫۰۰ |

# جدول ۵[1]

$\frac{\text{۲ جب}^2 \frac{1}{2} \vartheta}{\text{جب ۱}''}$ کی قیمتیں جب کہ گرد قطبی السمتیں حل کی جائیں

| ثانیے | ۰ دقیقہ | ۱ دقیقہ | ۲ دقیقے | ۳ دقیقے | ۴ دقیقے | ۵ دقیقے | ۶ دقیقے | ۷ دقیقے | ۸ دقیقے | ۹ دقیقے |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ساعتی زاویے وقت میں | | | | | | | | | |
| ۰ | ″۰٫۰۰ | ″۱٫۹۶ | ″۷٫۸۵ | ″۱۷٫۶۷ | ″۳۱٫۴۲ | ″۴۹٫۰۹ | ″۷۰٫۶۸ | ″۹۶٫۲۰ | ″۱۲۵٫۶۵ | ″۱۵۹٫۰۲ |
| ۱ | ۰٫۰۰ | ۲٫۰۳ | ۷٫۹۸ | ۱۷٫۸۶ | ۳۱٫۶۸ | ۴۹٫۴۱ | ۷۱٫۰۷ | ۹۶٫۶۶ | ۱۲۶٫۱۶ | ۱۵۹٫۶۱ |
| ۲ | ۰٫۰۰ | ۲٫۱۰ | ۸٫۱۲ | ۱۸٫۰۷ | ۳۱٫۹۴ | ۴۹٫۷۴ | ۷۱٫۴۷ | ۹۷٫۱۲ | ۱۲۶٫۷۰ | ۱۶۰٫۲۰ |
| ۳ | ۰٫۰۰ | ۲٫۱۶ | ۸٫۲۵ | ۱۸٫۲۷ | ۳۲٫۲۰ | ۵۰٫۰۶ | ۷۱٫۸۶ | ۹۷٫۵۸ | ۱۲۷٫۲۲ | ۱۶۰٫۸۰ |
| ۴ | ۰٫۰۱ | ۲٫۲۳ | ۸٫۳۹ | ۱۸٫۴۷ | ۳۲٫۴۶ | ۵۰٫۴۰ | ۷۲٫۲۶ | ۹۸٫۰۴ | ۱۲۷٫۷۵ | ۱۶۱٫۳۹ |
| ۵ | ۰٫۰۱ | ۲٫۳۱ | ۸٫۵۲ | ۱۸٫۶۷ | ۳۲٫۷۲ | ۵۰٫۷۳ | ۷۲٫۶۶ | ۹۸٫۵۰ | ۱۲۸٫۲۸ | ۱۶۱٫۹۸ |
| ۶ | ۰٫۰۲ | ۲٫۳۸ | ۸٫۶۶ | ۱۸٫۸۷ | ۳۳٫۰۱ | ۵۱٫۰۷ | ۷۳٫۰۶ | ۹۸٫۹۷ | ۱۲۸٫۸۱ | ۱۶۲٫۵۸ |
| ۷ | ۰٫۰۲ | ۲٫۴۵ | ۸٫۸۰ | ۱۹٫۰۷ | ۳۳٫۲۶ | ۵۱٫۴۰ | ۷۳٫۴۶ | ۹۹٫۴۳ | ۱۲۹٫۳۴ | ۱۶۳٫۱۷ |
| ۸ | ۰٫۰۳ | ۲٫۵۲ | ۸٫۹۴ | ۱۹٫۲۸ | ۳۳٫۵۴ | ۵۱٫۷۴ | ۷۳٫۸۶ | ۹۹٫۹۰ | ۱۲۹٫۸۷ | ۱۶۳٫۷۷ |
| ۹ | ۰٫۰۴ | ۲٫۶۰ | ۹٫۰۸ | ۱۹٫۴۸ | ۳۳٫۸۱ | ۵۲٫۰۷ | ۷۴٫۲۶ | ۱۰۰٫۳۶ | ۱۳۰٫۴۰ | ۱۶۴٫۳۷ |

[1] امدادی جدولیں ۲۳ سروے آف انڈیا

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 |
| ١٠ | ٠٫٠٥ | ٢٫٦٧ | ٩٫٢٢ | ١٩٫٦٩ | ٣۴٫٠٩ | ٥٢٫۴١ | ٧۴٫٦٦ | ١٠٠٫٦٣ | ١٣٠٫٩۴ | ١٦۴٫٩٧ |
| ١١ | ٠٫٠٦ | ٢٫٧٥ | ٩٫٣٦ | ١٩٫٩٠ | ٣۴٫٣٦ | ٥٢٫٧٥ | ٧٥٫٠٦ | ١٠١٫٢١ | ١٣١٫۴٦ | ١٦٥٫٥٧ |
| ١٢ | ٠٫٠٨ | ٢٫٨٣ | ٩٫٥٠ | ٢٠٫١١ | ٣۴٫٦۴ | ٥٣٫٠٩ | ٧٥٫۴٦ | ١٠١٫٧٨ | ١٣٢٫٠١ | ١٦٦٫١٧ |
| ١٣ | ٠٫٠٩ | ٢٫٩١ | ٩٫٦۴ | ٢٠٫٣٢ | ٣۴٫٩١ | ٥٣٫۴٣ | ٧٥٫٨٨ | ١٠٢٫٢٥ | ١٣٢٫٥٥ | ١٦٦٫٧٧ |
| ١۴ | ٠٫١١ | ٢٫٩٩ | ٩٫٧٩ | ٢٠٫٥٣ | ٣٥٫١٩ | ٥٣٫٧٧ | ٧٦٫٢٩ | ١٠٢٫٧٢ | ١٣٣٫٠٩ | ١٦٧٫٣٧ |
| ١٥ | ٠٫١٢ | ٣٫٠٧ | ٩٫٩٣ | ٢٠٫٧۴ | ٣٥٫۴٦ | ٥۴٫١١ | ٧٦٫٦٩ | ١٠٣٫٢٠ | ١٣٣٫٦٣ | ١٦٧٫٩٧ |
| ١٦ | ٠٫١٣ | ٣٫١٥ | ١٠٫٠٩ | ٢٠٫٩٥ | ٣٥٫٧۴ | ٥۴٫۴٦ | ٧٧٫١٠ | ١٠٣٫٦٧ | ١٣۴٫١٧ | ١٦٨٫٥٨ |
| ١٧ | ٠٫١٦ | ٣٫٢٣ | ١٠٫٢۴ | ٢١٫١٦ | ٣٦٫٠٢ | ٥۴٫٨٠ | ٧٧٫٥١ | ١٠۴٫١٥ | ١٣۴٫٧١ | ١٦٩٫١٩ |
| ١٨ | ٠٫١٨ | ٣٫٣٢ | ١٠٫٣٩ | ٢١٫٣٨ | ٣٦٫٣٠ | ٥٥٫١٥ | ٧٧٫٩٣ | ١٠۴٫٦١ | ١٣٥٫٢٥ | ١٦٩٫٨٠ |
| ١٩ | ٠٫٢٠ | ٣٫۴٠ | ١٠٫٥۴ | ٢١٫٦٠ | ٣٦٫٥٨ | ٥٥٫٥٠ | ٧٨٫٣۴ | ١٠٥٫١٠ | ١٣٥٫٨٠ | ١٧٠٫۴١ |

| ثانیے | ساعتی زاویے وقت میں | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ۰ دقیقہ | ۱ دقیقہ | ۲ دقیقے | ۳ دقیقے | ۴ دقیقے | ۵ دقیقے | ۶ دقیقے | ۷ دقیقے | ۸ دقیقے | ۹ دقیقے |
| | ″ | ″ | ″ | ″ | ″ | ″ | ″ | ″ | ″ | ″ |
| ۳۰ | ۰،۲۳ | ۳،۴۹ | ۱۰،۶۹ | ۲۱،۸۳ | ۳۶،۸۷ | ۵۵،۸۴ | ۷۸،۷۵ | ۱۰۵،۵۸ | ۱۳۶،۳۴ | ۱۷۱،۰۳ |
| ۳۱ | ۰،۲۴ | ۳،۵۸ | ۱۰،۸۴ | ۲۲،۰۳ | ۳۷،۱۵ | ۵۶،۱۹ | ۷۹،۱۴ | ۱۰۶،۰۶ | ۱۳۶،۸۸ | ۱۷۱،۶۳ |
| ۳۲ | ۰،۲۶ | ۳،۶۷ | ۱۱،۰۰ | ۲۲،۲۵ | ۳۷،۴۴ | ۵۶،۵۵ | ۷۹،۵۸ | ۱۰۶،۵۵ | ۱۳۷،۴۳ | ۱۷۲،۲۴ |
| ۳۳ | ۰،۲۸ | ۳،۷۶ | ۱۱،۱۵ | ۲۲،۴۷ | ۳۷،۷۲ | ۵۶،۹۰ | ۸۰،۰۰ | ۱۰۷،۰۳ | ۱۳۷،۹۸ | ۱۷۲،۸۵ |
| ۳۴ | ۰،۳۱ | ۳،۸۵ | ۱۱،۳۱ | ۲۲،۷۰ | ۳۸،۰۱ | ۵۷،۲۵ | ۸۰،۴۲ | ۱۰۷،۵۱ | ۱۳۸،۵۳ | ۱۷۳،۴۶ |
| ۳۵ | ۰،۳۳ | ۳،۹۴ | ۱۱،۴۷ | ۲۲،۹۲ | ۳۸،۳۰ | ۵۷،۶۰ | ۸۰،۸۴ | ۱۰۷،۹۹ | ۱۳۹،۰۸ | ۱۷۴،۰۸ |
| ۳۶ | ۰،۳۷ | ۴،۰۳ | ۱۱،۶۳ | ۲۳،۱۴ | ۳۸،۵۹ | ۵۷،۹۶ | ۸۱،۲۶ | ۱۰۸،۴۸ | ۱۳۹،۶۳ | ۱۷۴،۷۰ |
| ۳۷ | ۰،۴۰ | ۴،۱۴ | ۱۱،۷۹ | ۲۳،۳۷ | ۳۸،۸۸ | ۵۸،۳۲ | ۸۱،۶۸ | ۱۰۸،۹۷ | ۱۴۰،۱۸ | ۱۷۵،۳۲ |
| ۳۸ | ۰،۴۳ | ۴،۲۲ | ۱۱،۹۵ | ۲۳،۶۰ | ۳۹،۱۷ | ۵۸،۶۸ | ۸۲،۱۰ | ۱۰۹،۴۶ | ۱۴۰،۷۴ | ۱۷۵،۹۴ |
| ۳۹ | ۰،۴۶ | ۴،۳۲ | ۱۲،۱۱ | ۲۳،۸۲ | ۳۹،۴۶ | ۵۹،۰۳ | ۸۲،۵۲ | ۱۰۹،۹۵ | ۱۴۱،۲۹ | ۱۷۶،۵۶ |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ″ | ″ | ″ | ″ | ″ | ″ | ″ | ″ | ″ | ″ |
| ٣٠ | ٠٫٤٩ | ٣٫٣٢ | ١٢٫٢٦ | ٢٣٫٠٥ | ٣٩٫٦٧ | ٥٩٫٣٠ | ٨٢٫٩٥ | ١١٠٫٣٣ | ١٣١٫٨٥ | ١٦٦٫١٨ |
| ٣١ | ٠٫٥٢ | ٣٫٥٢ | ١٢٫٤٣ | ٢٣٫٢٨ | ٤٠٫٠٥ | ٥٩٫٧٥ | ٨٣٫٣٨ | ١١٠٫٩٣ | ١٣٢٫٣٠ | ١٦٦٫٨٠ |
| ٣٢ | ٠٫٥٦ | ٣٫٦٢ | ١٢٫٦٠ | ٢٣٫٥١ | ٤٠٫٣٥ | ٦٠٫١١ | ٨٣٫٨١ | ١١١٫٩٣ | ١٣٢٫٩٦ | ١٦٨٫٤٣ |
| ٣٣ | ٠٫٥٩ | ٣٫٧٢ | ١٢٫٧٦ | ٢٣٫٧٤ | ٤٠٫٦٥ | ٦٠٫٤٧ | ٨٤٫٢٣ | ١١١٫٩٢ | ١٣٣٫٥٢ | ١٦٩٫٠٥ |
| ٣٤ | ٠٫٦٣ | ٣٫٨٢ | ١٢٫٩٣ | ٢٣٫٩٨ | ٤٠٫٩٥ | ٦٠٫٨٣ | ٨٤٫٦٦ | ١١٢٫٤١ | ١٣٤٫٠٨ | ١٦٩٫٦٨ |
| ٣٥ | ٠٫٦٧ | ٣٫٩٢ | ١٣٫١٠ | ٢٥٫٢١ | ٤١٫٢٥ | ٦١٫٢٠ | ٨٥٫٠٩ | ١١٢٫٩٠ | ١٣٤٫٦٣ | ١٨٠٫٣٠ |
| ٣٦ | ٠٫٧١ | ٥٫٠٣ | ١٣٫٢٦ | ٢٥٫٤٥ | ٤١٫٥٥ | ٦١٫٥٧ | ٨٥٫٥٢ | ١١٣٫٤٠ | ١٣٥٫٢٠ | ١٨٠٫٩٣ |
| ٣٧ | ٠٫٧٥ | ٥٫١٣ | ١٣٫٤٣ | ٢٥٫٦٨ | ٤١٫٨٥ | ٦١٫٩٣ | ٨٥٫٩٥ | ١١٣٫٩٠ | ١٣٥٫٧٦ | ١٨١٫٥٦ |
| ٣٨ | ٠٫٧٩ | ٥٫٢٣ | ١٣٫٦٢ | ٢٥٫٩٢ | ٤٢٫١٥ | ٦٢٫٣١ | ٨٦٫٣٩ | ١١٤٫٤٠ | ١٣٦٫٣٣ | ١٨٢٫١٩ |
| ٣٩ | ٠٫٨٣ | ٥٫٣٣ | ١٣٫٧٩ | ٢٦٫١٦ | ٤٢٫٤٥ | ٦٢٫٦٨ | ٨٦٫٨٢ | ١١٤٫٩٠ | ١٣٦٫٨٩ | ١٨٣٫٨٢ |

| ثانیے | ساعتی زاویے وقت میں | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ۰ دقیقہ | ۱ دقیقہ | ۲ دقیقے | ۳ دقیقے | ۴ دقیقے | ۵ دقیقے | ۶ دقیقے | ۷ دقیقے | ۸ دقیقے | ۹ دقیقے |
| | ″ | ″ | ″ | ″ | ″ | ″ | ″ | ″ | ″ | ″ |
| ۴۰ | ۰،۸۷ | ۵،۴۵ | ۱۳،۹۶ | ۲۶،۳۰ | ۴۲،۶۷ | ۶۳،۰۵ | ۸۷،۲۴ | ۱۱۵،۳۰ | ۱۴۷،۴۶ | ۱۸۳،۴۶ |
| ۴۱ | ۰،۹۱ | ۵،۵۶ | ۱۴،۱۳ | ۲۶،۶۴ | ۴۳،۰۶ | ۶۳،۴۲ | ۸۷،۷۰ | ۱۱۵،۹۰ | ۱۴۸،۰۳ | ۱۸۴،۰۹ |
| ۴۲ | ۰،۹۶ | ۵،۶۷ | ۱۴،۳۱ | ۲۶،۸۸ | ۴۳،۳۷ | ۶۳،۷۹ | ۸۸،۱۴ | ۱۱۶،۴۰ | ۱۴۸،۶۰ | ۱۸۴،۷۲ |
| ۴۳ | ۱،۰۱ | ۵،۷۸ | ۱۴،۴۹ | ۲۷،۱۲ | ۴۳،۶۸ | ۶۴،۱۶ | ۸۸،۵۷ | ۱۱۶،۹۰ | ۱۴۹،۱۷ | ۱۸۵،۳۵ |
| ۴۴ | ۱،۰۶ | ۵،۹۰ | ۱۴،۶۷ | ۲۷،۳۷ | ۴۳،۹۹ | ۶۴،۵۴ | ۸۹،۰۱ | ۱۱۷،۴۱ | ۱۴۹،۷۴ | ۱۸۵،۹۹ |
| ۴۵ | ۱،۱۰ | ۶،۰۱ | ۱۴،۸۵ | ۲۷،۶۱ | ۴۴،۳۰ | ۶۴،۹۱ | ۸۹،۴۵ | ۱۱۷،۹۲ | ۱۵۰،۳۱ | ۱۸۶،۶۳ |
| ۴۶ | ۱،۱۵ | ۶،۱۳ | ۱۵،۰۳ | ۲۷،۸۶ | ۴۴،۶۱ | ۶۵،۲۹ | ۸۹،۸۹ | ۱۱۸،۴۳ | ۱۵۰،۸۸ | ۱۸۷،۲۷ |
| ۴۷ | ۱،۲۰ | ۶،۲۴ | ۱۵،۲۱ | ۲۸،۱۰ | ۴۴،۹۲ | ۶۵،۶۷ | ۹۰،۳۳ | ۱۱۸،۹۴ | ۱۵۱،۴۵ | ۱۸۷،۹۱ |
| ۴۸ | ۱،۲۶ | ۶،۳۶ | ۱۵،۳۹ | ۲۸،۳۵ | ۴۵،۲۴ | ۶۶،۰۵ | ۹۰،۷۸ | ۱۱۹،۴۵ | ۱۵۲،۰۳ | ۱۸۸،۵۵ |
| ۴۹ | ۱،۳۱ | ۶،۴۸ | ۱۵،۵۷ | ۲۸،۶۰ | ۴۵،۵۵ | ۶۶،۴۳ | ۹۱،۲۳ | ۱۱۹،۹۶ | ۱۵۲،۶۱ | ۱۸۹،۱۹ |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 |
| ۵۰ | ۱،۳۳۶ | ۶،۶۰ | ۱۵،۷۶ | ۲۸،۸۵ | ۳۵،۸۶ | ۶۶،۸۱ | ۹۱،۷۸ | ۱۲۰،۴۷ | ۱۵۳،۱۹ | ۱۸۹،۸۳ |
| ۵۱ | ۱،۳۴۲ | ۶،۷۲ | ۱۵،۹۵ | ۲۹،۱۰ | ۳۶،۱۸ | ۶۷،۱۹ | ۹۲،۱۲ | ۱۲۰،۹۸ | ۱۵۳،۷۷ | ۱۹۰،۴۷ |
| ۵۲ | ۱،۳۴۸ | ۶،۸۳ | ۱۶،۱۴ | ۲۹،۳۴ | ۳۶،۵۰ | ۶۷،۵۸ | ۹۲،۵۶ | ۱۲۱،۴۹ | ۱۵۴،۳۵ | ۱۹۱،۱۲ |
| ۵۳ | ۱،۳۵۳ | ۶،۹۶ | ۱۶،۳۲ | ۲۹،۶۱ | ۳۶،۸۲ | ۶۷،۹۶ | ۹۳،۰۲ | ۱۲۲،۰۱ | ۱۵۴،۹۳ | ۱۹۱،۷۶ |
| ۵۴ | ۱،۳۵۹ | ۷،۰۹ | ۱۶،۵۱ | ۲۹،۸۶ | ۳۷،۱۴ | ۶۸،۳۵ | ۹۳،۴۷ | ۱۲۲،۵۳ | ۱۵۵،۵۱ | ۱۹۲،۴۱ |
| ۵۵ | ۱،۳۶۵ | ۷،۲۱ | ۱۶،۷۰ | ۳۰،۱۲ | ۳۷،۴۶ | ۶۸،۷۳ | ۹۳،۹۲ | ۱۲۳،۰۵ | ۱۵۶،۰۹ | ۱۹۳،۰۶ |
| ۵۶ | ۱،۳۷۱ | ۷،۳۴ | ۱۶،۸۹ | ۳۰،۳۸ | ۳۷،۷۹ | ۶۹،۱۲ | ۹۴،۳۸ | ۱۲۳،۵۷ | ۱۵۶،۶۷ | ۱۹۳،۷۱ |
| ۵۷ | ۱،۳۷۷ | ۷،۴۶ | ۱۷،۰۸ | ۳۰،۶۴ | ۳۸،۱۱ | ۶۹،۵۱ | ۹۴،۸۳ | ۱۲۴،۰۹ | ۱۵۷،۲۵ | ۱۹۴،۳۶ |
| ۵۸ | ۱،۳۸۳ | ۷،۶۰ | ۱۷،۲۸ | ۳۰،۹۰ | ۳۸،۴۳ | ۶۹،۹۰ | ۹۵،۲۹ | ۱۲۴،۶۱ | ۱۵۷،۸۴ | ۱۹۵،۰۱ |
| ۵۹ | ۱،۳۸۹ | ۷،۷۲ | ۱۷،۴۷ | ۳۱،۱۶ | ۳۸،۷۶ | ۷۰،۲۹ | ۹۵،۷۴ | ۱۲۵،۱۳ | ۱۵۸،۴۳ | ۱۹۵،۶۶ |

| ثانیے | ساعتی زاویے وقت میں | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ۱۰ دقیقے | ۱۱ دقیقے | ۱۲ دقیقے | ۱۳ دقیقے | ۱۴ دقیقے | ۱۵ دقیقے | ۱۶ دقیقے | ۱۷ دقیقے | ۱۸ دقیقے | ۱۹ دقیقے |
| | ″ | ″ | ″ | ″ | ″ | ″ | ″ | ″ | ″ | ″ |
| ۰ | ۱۹۶٫۳۲ | ۲۲۷٫۵۴ | ۲۸۲٫۶۸ | ۳۳۱٫۷۴ | ۳۸۴٫۷۴ | ۴۴۱٫۶۳ | ۵۰۲٫۴۶ | ۵۶۷٫۱۹ | ۶۳۵٫۸۴ | ۷۰۸٫۴۲ |
| ۱ | ۱۹۶٫۹۷ | ۲۲۸٫۲۶ | ۲۸۳٫۴۷ | ۳۳۲٫۵۹ | ۳۸۵٫۶۵ | ۴۴۲٫۶۲ | ۵۰۳٫۵۰ | ۵۶۸٫۳۰ | ۶۳۷٫۰۳ | ۷۰۹٫۶۶ |
| ۲ | ۱۹۷٫۶۳ | ۲۲۸٫۹۸ | ۲۸۴٫۲۶ | ۳۳۳٫۴۴ | ۳۸۶٫۵۶ | ۴۴۳٫۶۰ | ۵۰۴٫۵۵ | ۵۶۹٫۴۲ | ۶۳۸٫۲۰ | ۷۱۰٫۹۰ |
| ۳ | ۱۹۸٫۲۸ | ۲۲۹٫۷۰ | ۲۸۵٫۰۴ | ۳۳۴٫۲۹ | ۳۸۷٫۴۸ | ۴۴۴٫۵۸ | ۵۰۵٫۶۰ | ۵۷۰٫۵۳ | ۶۳۹٫۳۸ | ۷۱۲٫۱۵ |
| ۴ | ۱۹۸٫۹۴ | ۲۳۰٫۴۲ | ۲۸۵٫۸۳ | ۳۳۵٫۱۵ | ۳۸۸٫۴۰ | ۴۴۵٫۵۶ | ۵۰۶٫۶۵ | ۵۷۱٫۶۵ | ۶۴۰٫۵۶ | ۷۱۳٫۳۹ |
| ۵ | ۱۹۹٫۶۰ | ۲۳۱٫۱۴ | ۲۸۶٫۶۲ | ۳۳۶٫۰۰ | ۳۸۹٫۳۲ | ۴۴۶٫۵۵ | ۵۰۷٫۷۰ | ۵۷۲٫۷۶ | ۶۴۱٫۷۴ | ۷۱۴٫۶۴ |
| ۶ | ۲۰۰٫۲۶ | ۲۳۱٫۸۷ | ۲۸۷٫۴۱ | ۳۳۶٫۸۶ | ۳۹۰٫۲۴ | ۴۴۷٫۵۴ | ۵۰۸٫۷۶ | ۵۷۳٫۸۸ | ۶۴۲٫۹۲ | ۷۱۵٫۹۰ |
| ۷ | ۲۰۰٫۹۲ | ۲۳۲٫۶۰ | ۲۸۸٫۲۰ | ۳۳۷٫۷۲ | ۳۹۱٫۱۶ | ۴۴۸٫۵۳ | ۵۰۹٫۸۱ | ۵۷۵٫۰۰ | ۶۴۴٫۱۱ | ۷۱۷٫۱۳ |
| ۸ | ۲۰۱٫۵۹ | ۲۳۳٫۳۳ | ۲۸۹٫۰۰ | ۳۳۸٫۵۸ | ۳۹۲٫۰۹ | ۴۴۹٫۵۱ | ۵۱۰٫۸۶ | ۵۷۶٫۱۲ | ۶۴۵٫۳۰ | ۷۱۸٫۳۹ |
| ۹ | ۲۰۲٫۲۵ | ۲۳۴٫۰۶ | ۲۸۹٫۷۹ | ۳۳۹٫۴۴ | ۳۹۳٫۰۱ | ۴۵۰٫۵۰ | ۵۱۱٫۹۲ | ۵۷۷٫۲۴ | ۶۴۶٫۴۹ | ۷۱۹٫۶۳ |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ،، | ،، | ،، | ،، | ،، | ،، | ،، | ،، | ،، | ،، |
| ۱۰ | ۲۰۲٫۹۲ | ۲۴۴٫۷۹ | ۲۹۰٫۵۸ | ۳۴۰٫۳۰ | ۳۹۳٫۹۴ | ۴۵۱٫۵۰ | ۵۱۲٫۹۸ | ۵۷۸٫۳۶ | ۶۴۷٫۶۸ | ۷۲۰٫۸۹ |
| ۱۱ | ۲۰۳٫۵۸ | ۲۴۵٫۵۲ | ۲۹۱٫۳۸ | ۳۴۱٫۱۶ | ۳۹۴٫۸۶ | ۴۵۲٫۴۹ | ۵۱۴٫۰۳ | ۵۷۹٫۴۸ | ۶۴۸٫۸۶ | ۷۲۲٫۱۴ |
| ۱۲ | ۲۰۴٫۲۵ | ۲۴۶٫۲۵ | ۲۹۲٫۱۸ | ۳۴۲٫۰۲ | ۳۹۵٫۷۹ | ۴۵۳٫۴۸ | ۵۱۵٫۰۹ | ۵۸۰٫۶۰ | ۶۵۰٫۰۴ | ۷۲۳٫۴۰ |
| ۱۳ | ۲۰۴٫۹۳ | ۲۴۶٫۹۸ | ۲۹۲٫۹۸ | ۳۴۲٫۸۸ | ۳۹۶٫۷۲ | ۴۵۴٫۴۸ | ۵۱۶٫۱۵ | ۵۸۱٫۷۳ | ۶۵۱٫۲۳ | ۷۲۴٫۶۵ |
| ۱۴ | ۲۰۵٫۵۹ | ۲۴۷٫۷۲ | ۲۹۳٫۷۸ | ۳۴۳٫۷۵ | ۳۹۷٫۶۵ | ۴۵۵٫۴۷ | ۵۱۷٫۲۱ | ۵۸۲٫۸۵ | ۶۵۲٫۴۲ | ۷۲۵٫۹۱ |
| ۱۵ | ۲۰۶٫۲۶ | ۲۴۸٫۴۵ | ۲۹۴٫۵۸ | ۳۴۴٫۶۲ | ۳۹۸٫۵۸ | ۴۵۶٫۴۷ | ۵۱۸٫۲۷ | ۵۸۳٫۹۸ | ۶۵۳٫۶۵ | ۷۲۷٫۱۸ |
| ۱۶ | ۲۰۶٫۹۳ | ۲۴۹٫۱۹ | ۲۹۵٫۳۸ | ۳۴۵٫۴۹ | ۳۹۹٫۵۲ | ۴۵۷٫۴۷ | ۵۱۹٫۳۴ | ۵۸۵٫۱۱ | ۶۵۴٫۸۲ | ۷۲۸٫۴۳ |
| ۱۷ | ۲۰۷٫۶۰ | ۲۴۹٫۹۳ | ۲۹۶٫۱۸ | ۳۴۶٫۳۶ | ۴۰۰٫۴۵ | ۴۵۸٫۴۷ | ۵۲۰٫۴۰ | ۵۸۶٫۲۵ | ۶۵۶٫۰۱ | ۷۲۹٫۶۹ |
| ۱۸ | ۲۰۸٫۲۷ | ۲۵۰٫۶۷ | ۲۹۶٫۹۹ | ۳۴۷٫۲۳ | ۴۰۱٫۳۸ | ۴۵۹٫۴۷ | ۵۲۱٫۴۷ | ۵۸۷٫۳۸ | ۶۵۷٫۲۰ | ۷۳۰٫۹۵ |
| ۱۹ | ۲۰۸٫۹۴ | ۲۵۱٫۴۱ | ۲۹۷٫۷۹ | ۳۴۸٫۱۰ | ۴۰۲٫۳۲ | ۴۶۰٫۴۷ | ۵۲۲٫۵۳ | ۵۸۸٫۵۰ | ۶۵۸٫۴۰ | ۷۳۲٫۲۲ |

| ثانیے | ساعتی زاویے دقت میں | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ۱۰ دقیقے | ۱۱ دقیقے | ۱۲ دقیقے | ۱۳ دقیقے | ۱۴ دقیقے | ۱۵ دقیقے | ۱۶ دقیقے | ۱۷ دقیقے | ۱۸ دقیقے | ۱۹ دقیقے |
| | ″ | ″ | ″ | ″ | ″ | ″ | ″ | ″ | ″ | ″ |
| ۲۰ | ۲۰۹،۶۲ | ۲۵۲،۱۵ | ۲۹۸،۹۰ | ۳۴۸،۹۶ | ۴۰۳،۲۶ | ۴۶۱،۴۷ | ۵۲۳،۶۰ | ۵۸۹،۹۴ | ۶۵۹،۶۰ | ۷۳۳،۴۸ |
| ۲۱ | ۲۱۰،۳۰ | ۲۵۲،۸۹ | ۲۹۹،۴۰ | ۳۴۹،۸۴ | ۴۰۴،۲۰ | ۴۶۲،۴۸ | ۵۲۴،۶۰ | ۵۹۰،۷۷ | ۶۶۰،۸۰ | ۷۳۴،۷۳ |
| ۲۲ | ۲۱۰،۹۸ | ۲۵۳،۶۳ | ۳۰۰،۲۱ | ۳۵۰،۷۱ | ۴۰۵،۱۴ | ۴۶۳،۴۸ | ۵۲۵،۶۴ | ۵۹۱،۹۰ | ۶۶۲،۰۰ | ۷۳۶،۰۰ |
| ۲۳ | ۲۱۱،۶۶ | ۲۵۴،۳۷ | ۳۰۱،۰۲ | ۳۵۱،۵۸ | ۴۰۶،۰۸ | ۴۶۴،۴۸ | ۵۲۶،۸۱ | ۵۹۳،۰۵ | ۶۶۳،۲۱ | ۷۳۷،۲۸ |
| ۲۴ | ۲۱۲،۳۴ | ۲۵۵،۱۲ | ۳۰۱،۸۳ | ۳۵۲،۴۶ | ۴۰۷،۰۲ | ۴۶۵،۴۹ | ۵۲۷،۸۹ | ۵۹۴،۱۹ | ۶۶۴،۴۰ | ۷۳۸،۵۴ |
| ۲۵ | ۲۱۳،۰۲ | ۲۵۵،۸۶ | ۳۰۲،۶۴ | ۳۵۳،۳۴ | ۴۰۷،۹۶ | ۴۶۶،۵۰ | ۵۲۸،۹۶ | ۵۹۵،۳۲ | ۶۶۵،۶۱ | ۷۳۹،۸۱ |
| ۲۶ | ۲۱۳،۷۰ | ۲۵۶،۶۲ | ۳۰۳،۴۶ | ۳۵۴،۲۲ | ۴۰۸،۹۰ | ۴۶۷،۵۱ | ۵۳۰،۰۳ | ۵۹۶،۴۶ | ۶۶۶،۸۱ | ۷۴۱،۰۷ |
| ۲۷ | ۲۱۴،۳۸ | ۲۵۷،۳۷ | ۳۰۴،۲۷ | ۳۵۵،۱۰ | ۴۰۹،۸۴ | ۴۶۸،۵۲ | ۵۳۱،۱۱ | ۵۹۷،۶۰ | ۶۶۸،۰۲ | ۷۴۲،۳۵ |
| ۲۸ | ۲۱۵،۰۷ | ۲۵۸،۱۲ | ۳۰۵،۰۹ | ۳۵۵،۹۸ | ۴۱۰،۷۹ | ۴۶۹،۵۳ | ۵۳۲،۱۸ | ۵۹۸،۷۴ | ۶۶۹،۲۲ | ۷۴۳،۶۲ |
| ۲۹ | ۲۱۵،۷۵ | ۲۵۸،۸۷ | ۳۰۵،۹۰ | ۳۵۶،۸۶ | ۴۱۱،۷۳ | ۴۷۰،۵۴ | ۵۳۳،۲۶ | ۵۹۹،۸۹ | ۶۷۰،۴۴ | ۷۴۴،۸۹ |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۳۰ | ۲۱۶٫۴۳ | ۲۵۹٫۶۲ | ۳۰۶٫۷۲ | ۳۵۷٫۷۳ | ۴۱۲٫۶۸ | ۴۷۱٫۵۵ | ۵۳۴٫۳۳ | ۶۰۱٫۰۲ | ۶۷۱٫۶۵ | ۷۴۶٫۱۸ |
| ۳۱ | ۲۱۷٫۱۲ | ۲۶۰٫۳۶ | ۳۰۷٫۵۴ | ۳۵۸٫۶۲ | ۴۱۳٫۶۳ | ۴۷۲٫۵۶ | ۵۳۵٫۴۱ | ۶۰۲٫۱۷ | ۶۷۲٫۸۵ | ۷۴۷٫۴۵ |
| ۳۲ | ۲۱۷٫۸۱ | ۲۶۱٫۱۲ | ۳۰۸٫۳۶ | ۳۵۹٫۵۱ | ۴۱۴٫۵۹ | ۴۷۳٫۵۸ | ۵۳۶٫۵۰ | ۶۰۳٫۳۲ | ۶۷۴٫۰۶ | ۷۴۸٫۷۲ |
| ۳۳ | ۲۱۸٫۵۰ | ۲۶۱٫۸۸ | ۳۰۹٫۱۸ | ۳۶۰٫۳۹ | ۴۱۵٫۵۴ | ۴۷۴٫۶۰ | ۵۳۷٫۵۸ | ۶۰۴٫۴۷ | ۶۷۵٫۲۷ | ۷۵۰٫۰۰ |
| ۳۴ | ۲۱۹٫۱۹ | ۲۶۲٫۶۴ | ۳۱۰٫۰۰ | ۳۶۱٫۲۸ | ۴۱۶٫۴۹ | ۴۷۵٫۶۲ | ۵۳۸٫۶۶ | ۶۰۵٫۶۲ | ۶۷۶٫۴۹ | ۷۵۱٫۲۸ |
| ۳۵ | ۲۱۹٫۸۸ | ۲۶۳٫۳۹ | ۳۱۰٫۸۲ | ۳۶۲٫۱۷ | ۴۱۷٫۴۴ | ۴۷۶٫۶۳ | ۵۳۹٫۷۵ | ۶۰۶٫۷۶ | ۶۷۷٫۷۰ | ۷۵۲٫۵۶ |
| ۳۶ | ۲۲۰٫۵۸ | ۲۶۴٫۱۵ | ۳۱۱٫۶۵ | ۳۶۳٫۰۷ | ۴۱۸٫۴۰ | ۴۷۷٫۶۵ | ۵۴۰٫۸۳ | ۶۰۷٫۹۱ | ۶۷۸٫۹۲ | ۷۵۳٫۸۴ |
| ۳۷ | ۲۲۱٫۲۷ | ۲۶۴٫۹۱ | ۳۱۲٫۴۷ | ۳۶۳٫۹۶ | ۴۱۹٫۳۵ | ۴۷۸٫۶۷ | ۵۴۱٫۹۱ | ۶۰۹٫۰۶ | ۶۸۰٫۱۳ | ۷۵۵٫۱۳ |
| ۳۸ | ۲۲۱٫۹۶ | ۲۶۵٫۶۸ | ۳۱۳٫۳۰ | ۳۶۴٫۸۵ | ۴۲۰٫۳۱ | ۴۷۹٫۷۰ | ۵۴۳٫۰۰ | ۶۱۰٫۲۱ | ۶۸۱٫۳۵ | ۷۵۶٫۴۰ |
| ۳۹ | ۲۲۲٫۶۵ | ۲۶۶٫۴۴ | ۳۱۴٫۱۲ | ۳۶۵٫۷۵ | ۴۲۱٫۲۷ | ۴۸۰٫۷۲ | ۵۴۴٫۰۹ | ۶۱۱٫۳۶ | ۶۸۲٫۵۶ | ۷۵۷٫۶۹ |

| ثانیے | ساعتی زاویے وقت میں | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ۱۰ دقیقے | ۱۱ دقیقے | ۱۲ دقیقے | ۱۳ دقیقے | ۱۴ دقیقے | ۱۵ دقیقے | ۱۶ دقیقے | ۱۷ دقیقے | ۱۸ دقیقے | ۱۹ دقیقے |
| ۴۰ | ۲۲۳″٫۳۶ | ۲۶۷″٫۳۰ | ۳۱۴″٫۹۵ | ۳۶۶″٫۶۴ | ۴۲۲″٫۲۳ | ۴۸۱″٫۷۴ | ۵۴۵″٫۰۸ | ۶۱۲″٫۵۲ | ۶۸۳″٫۷۹ | ۷۵۸″٫۹۶ |
| ۴۱ | ۲۲۴٫۰۶ | ۲۶۷٫۹۶ | ۳۱۵٫۷۸ | ۳۶۷٫۵۳ | ۴۲۳٫۱۹ | ۴۸۲٫۷۷ | ۵۴۶٫۲۷ | ۶۱۳٫۶۸ | ۶۸۵٫۰۱ | ۷۶۰٫۲۶ |
| ۴۲ | ۲۲۴٫۷۶ | ۲۶۸٫۷۳ | ۳۱۶٫۶۱ | ۳۶۸٫۴۲ | ۴۲۴٫۱۵ | ۴۸۳٫۷۹ | ۵۴۷٫۳۶ | ۶۱۴٫۸۴ | ۶۸۶٫۲۳ | ۷۶۱٫۵۴ |
| ۴۳ | ۲۲۵٫۴۶ | ۲۶۹٫۴۹ | ۳۱۷٫۴۴ | ۳۶۹٫۳۱ | ۴۲۵٫۱۱ | ۴۸۴٫۸۲ | ۵۴۸٫۴۵ | ۶۱۶٫۰۰ | ۶۸۷٫۴۶ | ۷۶۲٫۸۳ |
| ۴۴ | ۲۲۶٫۱۶ | ۲۷۰٫۲۶ | ۳۱۸٫۲۷ | ۳۷۰٫۲۱ | ۴۲۶٫۰۷ | ۴۸۵٫۸۵ | ۵۴۹٫۵۵ | ۶۱۷٫۱۵ | ۶۸۸٫۶۸ | ۷۶۴٫۱۲ |
| ۴۵ | ۲۲۶٫۸۶ | ۲۷۱٫۰۲ | ۳۱۹٫۱۰ | ۳۷۱٫۱۱ | ۴۲۷٫۰۳ | ۴۸۶٫۸۸ | ۵۵۰٫۶۴ | ۶۱۸٫۳۲ | ۶۸۹٫۹۱ | ۷۶۵٫۴۲ |
| ۴۶ | ۲۲۷٫۵۷ | ۲۷۱٫۷۹ | ۳۱۹٫۹۴ | ۳۷۲٫۰۱ | ۴۲۸٫۰۱ | ۴۸۷٫۹۱ | ۵۵۱٫۷۳ | ۶۱۹٫۴۷ | ۶۹۱٫۱۳ | ۷۶۶٫۷۱ |
| ۴۷ | ۲۲۸٫۲۷ | ۲۷۲٫۵۶ | ۳۲۰٫۷۸ | ۳۷۲٫۹۱ | ۴۲۸٫۹۷ | ۴۸۸٫۹۴ | ۵۵۲٫۸۳ | ۶۲۰٫۶۴ | ۶۹۲٫۳۶ | ۷۶۸٫۰۰ |
| ۴۸ | ۲۲۸٫۹۸ | ۲۷۳٫۳۴ | ۳۲۱٫۶۲ | ۳۷۳٫۸۲ | ۴۲۹٫۹۳ | ۴۸۹٫۹۷ | ۵۵۳٫۹۳ | ۶۲۱٫۸۰ | ۶۹۳٫۵۹ | ۷۶۹٫۲۹ |
| ۴۹ | ۲۲۹٫۶۸ | ۲۷۴٫۱۱ | ۳۲۲٫۴۵ | ۳۷۴٫۷۲ | ۴۳۰٫۹۰ | ۴۹۱٫۰۱ | ۵۵۵٫۰۳ | ۶۲۲٫۹۶ | ۶۹۴٫۸۲ | ۷۷۰٫۵۸ |

| | ″ | ″ | ″ | ″ | ″ | ″ | ″ | ″ | ″ | ″ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۵۰ | ۲۳۰٫۳۹ | ۲۷۴٫۸۸ | ۳۲۳٫۲۹ | ۳۷۵٫۶۲ | ۴۳۱٫۸۷ | ۴۹۲٫۰۵ | ۵۵۶٫۱۳ | ۶۲۴٫۱۳ | ۶۹۶٫۰۵ | ۷۷۱٫۸۸ |
| ۵۱ | ۲۳۱٫۱۰ | ۲۷۵٫۶۵ | ۳۲۴٫۱۳ | ۳۷۶٫۵۲ | ۴۳۲٫۸۲ | ۴۹۳٫۰۸ | ۵۵۷٫۲۴ | ۶۲۵٫۳۰ | ۶۹۷٫۲۸ | ۷۷۳٫۱۸ |
| ۵۲ | ۲۳۱٫۸۱ | ۲۷۶٫۴۳ | ۳۲۴٫۹۷ | ۳۷۷٫۴۳ | ۴۳۳٫۸۴ | ۴۹۴٫۱۲ | ۵۵۸٫۳۴ | ۶۲۶٫۴۷ | ۶۹۸٫۵۱ | ۷۷۴٫۴۸ |
| ۵۳ | ۲۳۲٫۵۲ | ۲۷۷٫۲۰ | ۳۲۵٫۸۱ | ۳۷۸٫۳۴ | ۴۳۴٫۷۹ | ۴۹۵٫۱۵ | ۵۵۹٫۴۴ | ۶۲۷٫۶۳ | ۶۹۹٫۷۵ | ۷۷۵٫۷۸ |
| ۵۴ | ۲۳۳٫۲۴ | ۲۷۷٫۹۸ | ۳۲۶٫۶۶ | ۳۷۹٫۲۴ | ۴۳۵٫۷۶ | ۴۹۶٫۱۹ | ۵۶۰٫۵۵ | ۶۲۸٫۸۱ | ۷۰۰٫۹۹ | ۷۷۷٫۰۷ |
| ۵۵ | ۲۳۳٫۹۵ | ۲۷۸٫۷۶ | ۳۲۷٫۵۰ | ۳۸۰٫۱۴ | ۴۳۶٫۷۳ | ۴۹۷٫۲۳ | ۵۶۱٫۶۵ | ۶۲۹٫۹۷ | ۷۰۲٫۲۱ | ۷۷۸٫۳۸ |
| ۵۶ | ۲۳۴٫۶۷ | ۲۷۹٫۵۵ | ۳۲۸٫۳۵ | ۳۸۱٫۰۸ | ۴۳۷٫۷۱ | ۴۹۸٫۲۸ | ۵۶۲٫۷۶ | ۶۳۱٫۱۵ | ۷۰۳٫۴ | ۷۷۹٫۶۹ |
| ۵۷ | ۲۳۵٫۳۸ | ۲۸۰٫۳۳ | ۳۲۹٫۱۹ | ۳۸۱٫۹۹ | ۴۳۸٫۶۹ | ۴۹۹٫۳۲ | ۵۶۳٫۸۶ | ۶۳۲٫۳۲ | ۷۰۴٫۶۹ | ۷۸۰٫۹۸ |
| ۵۸ | ۲۳۶٫۱۰ | ۲۸۱٫۱۲ | ۳۳۰٫۰۴ | ۳۸۲٫۹۰ | ۴۳۹٫۶۷ | ۵۰۰٫۳۷ | ۵۶۴٫۹۸ | ۶۳۳٫۴۹ | ۷۰۵٫۹۳ | ۷۸۲٫۲۹ |
| ۵۹ | ۲۳۶٫۸۲ | ۲۸۱٫۹۰ | ۳۳۰٫۸۹ | ۳۸۳٫۸۲ | ۴۴۰٫۶۵ | ۵۰۱٫۴۱ | ۵۶۶٫۰۸ | ۶۳۴٫۶۷ | ۷۰۷٫۱۸ | ۷۸۳٫۵۹ |

# جدول ۶

## کوکبی وقت کے وقفوں کو اوسط شمسی وقت کے معادل وقفوں میں تبدیل کرنے کے لیے

| ساعت کوکبی وقت کے | ساعت: معادل اوسط وقت میں (ساعت) | (دقیقے) | (ثانیے) | دقیقے کوکبی وقت کے | دقیقے: معادل اوسط وقت میں (دقیقے) | (ثانیے) | دقیقے کوکبی وقت کے | معادل اوسط وقت میں (دقیقے) | (ثانیے) | ثانیے کوکبی وقت کے | ثانیے: معادل اوسط وقت میں (ثانیے) | ثانیے کوکبی وقت کے | معادل اوسط وقت میں (ثانیے) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | ۰ | ۵۹ | ۵۰،۱۷۰۴ | ۱ | ۰ | ۵۹،۸۳۶۲ | ۳۱ | ۳۰ | ۵۴،۹۲۱۴ | ۱ | ۰،۹۹۷۳ | ۳۱ | ۳۰،۹۱۵۴ |
| ۲ | ۱ | ۵۹ | ۴۰،۳۴۰۹ | ۲ | ۱ | ۵۹،۶۷۲۲ | ۳۲ | ۳۱ | ۵۴،۷۵۷۹ | ۲ | ۱،۹۹۴۵ | ۳۲ | ۳۱،۹۱۲۶ |
| ۳ | ۲ | ۵۹ | ۳۰،۵۱۱۳ | ۳ | ۲ | ۵۹،۵۰۸۵ | ۳۳ | ۳۲ | ۵۴،۵۹۳۶ | ۳ | ۲،۹۹۱۸ | ۳۳ | ۳۲،۹۰۹۹ |
| ۴ | ۳ | ۵۹ | ۲۰،۶۸۱۸ | ۴ | ۳ | ۵۹،۳۴۴۶ | ۳۴ | ۳۳ | ۵۴،۴۲۹۹ | ۴ | ۳،۹۸۹۱ | ۳۴ | ۳۳،۹۰۷۲ |
| ۵ | ۴ | ۵۹ | ۱۰،۸۵۲۲ | ۵ | ۴ | ۵۹،۱۸۰۹ | ۳۵ | ۳۴ | ۵۴،۲۶۶۱ | ۵ | ۴،۹۸۶۴ | ۳۵ | ۳۴،۹۰۴۵ |
| ۶ | ۵ | ۵۹ | ۱،۰۲۲۶ | ۶ | ۵ | ۵۹،۰۱۷۰ | ۳۶ | ۳۵ | ۵۴،۱۰۲۳ | ۶ | ۵،۹۸۳۶ | ۳۶ | ۳۵،۹۰۱۷ |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۷ | ۶ | ۵۸ | ۵۱،۱۹۳۱ | ۷ | ۶ | ۵۸،۸۵۳۲ | ۳۷ | ۳۶ | ۵۳،۹۳۸۴ | ۷ | ۶،۹۸۰۹ | ۳۷ | ۳۶،۸۹۹۰ |
| ۸ | ۷ | ۵۸ | ۴۱،۳۶۳۵ | ۸ | ۷ | ۵۸،۶۸۹۴ | ۳۸ | ۳۷ | ۵۳،۷۷۴۶ | ۸ | ۷،۹۷۸۲ | ۳۸ | ۳۷،۸۹۶۳ |
| ۹ | ۸ | ۵۸ | ۳۱،۵۳۴۰ | ۹ | ۸ | ۵۸،۵۲۵۶ | ۳۹ | ۳۸ | ۵۳،۹۱۰۸ | ۹ | ۸،۹۷۵۴ | ۳۹ | ۳۸،۸۹۳۵ |
| ۱۰ | ۹ | ۵۸ | ۲۱،۷۰۴۴ | ۱۰ | ۹ | ۵۸،۳۶۱۷ | ۴۰ | ۳۹ | ۵۳،۴۴۷۰ | ۱۰ | ۹،۹۷۲۷ | ۴۰ | ۳۹،۸۹۰۸ |
| ۱۱ | ۱۰ | ۵۸ | ۱۱،۸۷۴۸ | ۱۱ | ۱۰ | ۵۸،۱۹۷۹ | ۴۱ | ۴۰ | ۵۳،۲۸۳۱ | ۱۱ | ۱۰،۹۷۰۰ | ۴۱ | ۴۰،۸۸۸۱ |
| ۱۲ | ۱۱ | ۵۸ | ۲،۰۴۵۳ | ۱۲ | ۱۱ | ۵۸،۰۳۴۱ | ۴۲ | ۴۱ | ۵۳،۱۱۹۳ | ۱۲ | ۱۱،۹۶۷۲ | ۴۲ | ۴۱،۸۸۵۳ |
| ۱۳ | ۱۲ | ۵۷ | ۵۲،۲۱۵۶ | ۱۳ | ۱۲ | ۵۷،۸۷۰۳ | ۴۳ | ۴۲ | ۵۲،۹۵۵۵ | ۱۳ | ۱۲،۹۶۴۵ | ۴۳ | ۴۲،۸۸۲۶ |
| ۱۴ | ۱۳ | ۵۷ | ۴۲،۳۸۶۲ | ۱۴ | ۱۳ | ۵۷،۷۰۶۴ | ۴۴ | ۴۳ | ۵۲،۷۹۱۶ | ۱۴ | ۱۳،۹۶۱۸ | ۴۴ | ۴۳،۸۷۹۹ |
| ۱۵ | ۱۴ | ۵۷ | ۳۲،۵۵۶۶ | ۱۵ | ۱۴ | ۵۷،۵۴۲۶ | ۴۵ | ۴۴ | ۵۲،۶۲۷۸ | ۱۵ | ۱۴،۹۵۹۱ | ۴۵ | ۴۴،۸۷۷۲ |
| ۱۶ | ۱۵ | ۵۷ | ۲۲،۷۲۷۰ | ۱۶ | ۱۵ | ۵۷،۳۷۸۸ | ۴۶ | ۴۵ | ۵۲،۴۶۴۰ | ۱۶ | ۱۵،۹۵۶۳ | ۴۶ | ۴۵،۸۷۴۴ |
| ۱۷ | ۱۶ | ۵۷ | ۱۲،۸۹۷۵ | ۱۷ | ۱۶ | ۵۷،۲۱۵۰ | ۴۷ | ۴۶ | ۵۲،۳۰۰۲ | ۱۷ | ۱۶،۹۵۳۶ | ۴۷ | ۴۶،۸۷۱۷ |
| ۱۸ | ۱۷ | ۵۷ | ۳،۰۶۷۹ | ۱۸ | ۱۷ | ۵۷،۰۵۱۱ | ۴۸ | ۴۷ | ۵۲،۱۳۶۴ | ۱۸ | ۱۷،۹۵۰۹ | ۴۸ | ۴۷،۸۶۹۰ |

| ساعت |  | دقیقے |  |  |  | ثانیے |  |  |  |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ساعت کوکبی وقت کے | معادل اوسط وقت میں | دقیقے کوکبی وقت کے | معادل اوسط وقت میں | دقیقے کوکبی وقت کے | معادل اوسط وقت میں | ثانیے کوکبی وقت کے | معادل اوسط وقت میں | ثانیے کوکبی وقت کے | معادل اوسط وقت میں |
| ۱۹ | ۱۸ ۵۶ ۵۳٫۲۳۸۴ | ۱۹ | ۱۸ ۵۶٫۸۸۶۳ | ۴۹ | ۴۸ ۵۱٫۹۷۲۵ | ۱۹ | ۱۸٫۹۴۸۱ | ۴۹ | ۴۸٫۸۶۶۲ |
| ۲۰ | ۱۹ ۵۶ ۴۳٫۴۰۸۸ | ۲۰ | ۱۹ ۵۶٫۷۲۳۵ | ۵۰ | ۴۹ ۵۱٫۸۰۸۷ | ۲۰ | ۱۹٫۹۴۵۴ | ۵۰ | ۴۹٫۸۶۳۵ |
| ۲۱ | ۲۰ ۵۶ ۳۳٫۵۶۹۲ | ۲۱ | ۲۰ ۵۶٫۵۵۹۷ | ۵۱ | ۵۰ ۵۱٫۶۴۴۹ | ۲۱ | ۲۰٫۹۴۲۷ | ۵۱ | ۵۰٫۸۶۰۸ |
| ۲۲ | ۲۱ ۵۶ ۲۳٫۷۲۹۶ | ۲۲ | ۲۱ ۵۶٫۳۹۵۸ | ۵۲ | ۵۱ ۵۱٫۴۸۱۰ | ۲۲ | ۲۱٫۹۳۹۹ | ۵۲ | ۵۱٫۸۵۸۰ |
| ۲۳ | ۲۲ ۵۶ ۱۳٫۹۲۰۱ | ۲۳ | ۲۲ ۵۶٫۲۳۲۰ | ۵۳ | ۵۲ ۵۱٫۳۱۷۲ | ۲۳ | ۲۲٫۹۳۷۲ | ۵۳ | ۵۲٫۸۵۵۳ |
| ۲۴ | ۲۳ ۵۶ ۴٫۰۹۰۶ | ۲۴ | ۲۳ ۵۶٫۰۶۸۲ | ۵۴ | ۵۳ ۵۱٫۱۵۳۴ | ۲۴ | ۲۳٫۹۳۴۵ | ۵۴ | ۵۳٫۸۵۲۶ |
|  |  | ۲۵ | ۲۴ ۵۵٫۹۰۴۴ | ۵۵ | ۵۴ ۵۰٫۹۸۹۶ | ۲۵ | ۲۴٫۹۳۱۸ | ۵۵ | ۵۴٫۸۴۹۹ |
|  |  | ۲۶ | ۲۵ ۵۵٫۷۴۰۵ | ۵۶ | ۵۵ ۵۰٫۸۲۵۷ | ۲۶ | ۲۵٫۹۲۹۰ | ۵۶ | ۵۵٫۸۴۷۱ |
|  |  | ۲۷ | ۲۶ ۵۵٫۵۷۶۷ | ۵۷ | ۵۶ ۵۰٫۶۶۱۹ | ۲۷ | ۲۶٫۹۲۶۳ | ۵۷ | ۵۶٫۸۴۴۴ |
|  |  | ۲۸ | ۲۷ ۵۵٫۴۱۲۹ | ۵۸ | ۵۷ ۵۰٫۴۹۸۱ | ۲۸ | ۲۷٫۹۲۳۶ | ۵۸ | ۵۷٫۸۴۱۶ |
|  |  | ۲۹ | ۲۸ ۵۵٫۲۴۹۰ | ۵۹ | ۵۸ ۵۰٫۳۳۴۳ | ۲۹ | ۲۸٫۹۲۰۸ | ۵۹ | ۵۸٫۸۳۸۹ |
|  |  | ۳۰ | ۲۹ ۵۵٫۰۸۵۲ | ۶۰ | ۵۹ ۵۰٫۱۷۰۴ | ۳۰ | ۲۹٫۹۱۸۱ | ۶۰ | ۵۹٫۸۳۶۲ |

# جدول ۷

## اوسط شمسی وقت کے وقفوں کو کوکبی وقت کے معادل وقفوں میں تبدیل کرنے کے لیے

| ساعت | | دقیقے | | | | ثانیے | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ساعت اوسط وقت کے | معادل کوکبی وقت میں (ساعت، دقیقے، ثانیے) | دقیقے اوسط وقت کے | معادل کوکبی وقت میں (دقیقے، ثانیے) | دقیقے اوسط وقت کے | معادل کوکبی وقت میں (دقیقے، ثانیے) | ثانیے اوسط وقت کے | معادل کوکبی وقت میں (ثانیے) | ثانیے اوسط وقت کے | معادل کوکبی وقت میں (ثانیے) |
| ۱ | ۱ ۰ ۹٫۸۵۶۵ | ۱ | ۱ ۰٫۱۶۴۳ | ۳۱ | ۳۱ ۵٫۰۹۲۵ | ۱ | ۱٫۰۰۲۷ | ۳۱ | ۳۱٫۰۸۴۹ |
| ۲ | ۲ ۰ ۱۹٫۷۱۳۰ | ۲ | ۲ ۰٫۳۲۸۶ | ۳۲ | ۳۲ ۵٫۲۵۶۸ | ۲ | ۲٫۰۰۵۵ | ۳۲ | ۳۲٫۰۸۷۶ |
| ۳ | ۳ ۰ ۲۹٫۵۶۹۴ | ۳ | ۳ ۰٫۴۹۲۸ | ۳۳ | ۳۳ ۵٫۴۲۱۱ | ۳ | ۳٫۰۰۸۲ | ۳۳ | ۳۳٫۰۹۰۴ |
| ۴ | ۴ ۰ ۳۹٫۴۲۵۹ | ۴ | ۴ ۰٫۶۵۷۱ | ۳۴ | ۳۴ ۵٫۵۸۵۳ | ۴ | ۴٫۰۱۱۰ | ۳۴ | ۳۴٫۰۹۳۱ |
| ۵ | ۵ ۰ ۴۹٫۲۸۲۴ | ۵ | ۵ ۰٫۸۲۱۴ | ۳۵ | ۳۵ ۵٫۷۴۹۶ | ۵ | ۵٫۰۱۳۶ | ۳۵ | ۳۵٫۰۹۵۸ |
| ۶ | ۶ ۰ ۵۹٫۱۳۸۸ | ۶ | ۶ ۰٫۹۸۵۷ | ۳۶ | ۳۶ ۵٫۹۱۳۹ | ۶ | ۶٫۰۱۶۴ | ۳۶ | ۳۶٫۰۹۸۶ |

| ساعت | | دقیقے | | | | ثانیے | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ساعت اوسط وقت کے | معادل کوکبی وقت میں | دقیقے اوسط وقت کے | معادل کوکبی وقت میں | دقیقے اوسط وقت کے | معادل کوکبی وقت میں | ثانیے اوسط وقت کے | معادل کوکبی وقت میں | ثانیے اوسط وقت کے | معادل کوکبی وقت میں |
| ۷ | ۷ ۱ ۸٫۹۹۵۳ | ۷ | ۷ ۱٫۱۴۹۹ | ۳۷ | ۳۷ ۶٫۰۷۸۲ | ۷ | ۷٫۰۱۹۲ | ۳۷ | ۳۷٫۱۰۱۳ |
| ۸ | ۸ ۱ ۱۸٫۸۵۱۸ | ۸ | ۸ ۱٫۳۱۴۲ | ۳۸ | ۳۸ ۶٫۲۴۲۴ | ۸ | ۸٫۰۲۱۹ | ۳۸ | ۳۸٫۱۰۴۰ |
| ۹ | ۹ ۱ ۲۸٫۷۰۸۳ | ۹ | ۹ ۱٫۴۷۸۵ | ۳۹ | ۳۹ ۶٫۴۰۶۷ | ۹ | ۹٫۰۲۴۶ | ۳۹ | ۳۹٫۱۰۶۸ |
| ۱۰ | ۱۰ ۱ ۳۸٫۵۶۴۷ | ۱۰ | ۱۰ ۱٫۶۴۲۸ | ۴۰ | ۴۰ ۶٫۵۷۱۰ | ۱۰ | ۱۰٫۰۲۷۴ | ۴۰ | ۴۰٫۱۰۹۵ |
| ۱۱ | ۱۱ ۱ ۴۸٫۴۲۱۲ | ۱۱ | ۱۱ ۱٫۸۰۷۰ | ۴۱ | ۴۱ ۶٫۷۳۵۳ | ۱۱ | ۱۱٫۰۳۰۱ | ۴۱ | ۴۱٫۱۱۲۳ |
| ۱۲ | ۱۲ ۱ ۵۸٫۲۷۷۷ | ۱۲ | ۱۲ ۱٫۹۷۱۳ | ۴۲ | ۴۲ ۶٫۸۹۹۵ | ۱۲ | ۱۲٫۰۳۲۹ | ۴۲ | ۴۲٫۱۱۵۰ |
| ۱۳ | ۱۳ ۲ ۸٫۱۳۴۲ | ۱۳ | ۱۳ ۲٫۱۳۵۶ | ۴۳ | ۴۳ ۷٫۰۶۳۸ | ۱۳ | ۱۳٫۰۳۵۶ | ۴۳ | ۴۳٫۱۱۷۷ |
| ۱۴ | ۱۴ ۲ ۱۷٫۹۹۰۶ | ۱۴ | ۱۴ ۲٫۲۹۹۸ | ۴۴ | ۴۴ ۷٫۲۲۸۱ | ۱۴ | ۱۴٫۰۳۸۳ | ۴۴ | ۴۴٫۱۲۰۵ |
| ۱۵ | ۱۵ ۲ ۲۷٫۸۴۷۱ | ۱۵ | ۱۵ ۲٫۴۶۴۱ | ۴۵ | ۴۵ ۷٫۳۹۲۴ | ۱۵ | ۱۵٫۰۴۱۱ | ۴۵ | ۴۵٫۱۲۳۲ |
| ۱۶ | ۱۶ ۲ ۳۷٫۷۰۳۶ | ۱۶ | ۱۶ ۲٫۶۲۸۴ | ۴۶ | ۴۶ ۷٫۵۵۶۶ | ۱۶ | ۱۶٫۰۴۳۸ | ۴۶ | ۴۶٫۱۲۵۹ |
| ۱۷ | ۱۷ ۲ ۴۷٫۵۶۰۰ | ۱۷ | ۱۷ ۲٫۷۹۲۷ | ۴۷ | ۴۷ ۷٫۷۲۰۹ | ۱۷ | ۱۷٫۰۴۶۵ | ۴۷ | ۴۷٫۱۲۸۷ |
| ۱۸ | ۱۸ ۲ ۵۷٫۴۱۶۵ | ۱۸ | ۱۸ ۲٫۹۵۶۹ | ۴۸ | ۴۸ ۷٫۸۸۵۲ | ۱۸ | ۱۸٫۰۴۹۳ | ۴۸ | ۴۸٫۱۳۱۴ |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱۹ | ۱۹ | ۳ | ۷؍۲۷۳۰ | ۱۹ | ۱۹ | ۳؍۱۲۱۲ | ۴۹ | ۴۹ | ۸؍۰۴۹۵ | ۱۹ | ۱۹؍۰۵۲۰ | ۴۹ | ۴۹؍۱۳۴۴ |
| ۲۰ | ۲۰ | ۳ | ۱۷؍۱۲۹۵ | ۲۰ | ۲۰ | ۳؍۲۸۵۵ | ۵۰ | ۵۰ | ۸؍۲۱۳۷ | ۲۰ | ۲۰؍۰۵۴۸ | ۵۰ | ۵۰؍۱۳۶۹ |
| ۲۱ | ۲۱ | ۳ | ۲۶؍۹۸۵۹ | ۲۱ | ۲۱ | ۳؍۴۴۹۸ | ۵۱ | ۵۱ | ۸؍۳۷۸۰ | ۲۱ | ۲۱؍۰۵۷۵ | ۵۱ | ۵۱؍۱۳۹۶ |
| ۲۲ | ۲۲ | ۳ | ۳۶؍۸۴۲۴ | ۲۲ | ۲۲ | ۳؍۶۱۴۰ | ۵۲ | ۵۲ | ۸؍۵۴۲۳ | ۲۲ | ۲۲؍۰۶۰۲ | ۵۲ | ۵۲؍۱۴۲۳ |
| ۲۳ | ۲۳ | ۳ | ۴۶؍۶۹۸۹ | ۲۳ | ۲۳ | ۳؍۷۷۸۳ | ۵۳ | ۵۳ | ۸؍۷۰۶۶ | ۲۳ | ۲۳؍۰۶۳۰ | ۵۳ | ۵۳؍۱۴۵۱ |
| ۲۴ | ۲۴ | ۳ | ۵۶؍۵۵۵۴ | ۲۴ | ۲۴ | ۳؍۹۴۲۶ | ۵۴ | ۵۴ | ۸؍۸۷۰۸ | ۲۴ | ۲۴؍۰۶۵۷ | ۵۴ | ۵۴؍۱۴۷۹ |
| | | | | ۲۵ | ۲۵ | ۴؍۱۰۶۹ | ۵۵ | ۵۵ | ۹؍۰۳۵۱ | ۲۵ | ۲۵؍۰۶۸۵ | ۵۵ | ۵۵؍۱۵۰۶ |
| | | | | ۲۶ | ۲۶ | ۴؍۲۷۱۱ | ۵۶ | ۵۶ | ۹؍۱۹۹۴ | ۲۶ | ۲۶؍۰۶۱۲ | ۵۶ | ۵۶؍۱۵۳۳ |
| | | | | ۲۷ | ۲۷ | ۴؍۴۳۵۴ | ۵۷ | ۵۷ | ۹؍۳۶۳۷ | ۲۷ | ۲۷؍۰۷۳۹ | ۵۷ | ۵۷؍۱۵۶۱ |
| | | | | ۲۸ | ۲۸ | ۴؍۵۹۹۷ | ۵۸ | ۵۸ | ۹؍۵۲۷۹ | ۲۸ | ۲۸؍۰۷۶۷ | ۵۸ | ۵۸؍۱۵۸۸ |
| | | | | ۲۹ | ۲۹ | ۴؍۷۶۴۰ | ۵۹ | ۵۹ | ۹؍۶۹۲۲ | ۲۹ | ۲۹؍۰۷۹۴ | ۵۹ | ۵۹؍۱۶۱۵ |
| | | | | ۳۰ | ۳۰ | ۴؍۹۲۸۲ | ۶۰ | ۶۰ | ۹؍۸۵۶۵ | ۳۰ | ۳۰؍۰۸۲۱ | ۶۰ | ۶۰؍۱۶۴۳ |

## (۱۱۲) کسی چھوٹے زاویہ کا لوکارتم معلوم کرنا۔

اگر طہ کسی چھوٹے زاویہ کا مدورناپ ہو اور ت ثانیوں کی تعداد ہو تب —

$$\text{طہ} = \frac{\text{ت} \times \pi}{۱۸۰ \times ۶۰ \times ۶۰} = \text{ت} \times \text{جب } ۱''$$

$$\therefore \text{لوک طہ} = \text{لوک ت} + \text{لوک جب } ۱'' \quad \text{یہاں لوک جب } ۱''$$

$$= \text{لوک} \frac{\pi}{۱۸۰ \times ۶۰ \times ۶۰} = \bar{۶}،۶۸۵۵۷۴۹$$

$$\text{اب جب طہ} = \text{طہ} - \frac{\text{طہ}^{۳}}{۳!} + \ldots\ldots$$

$$\therefore \frac{\text{جب طہ}}{\text{طہ}} = ۱ - \frac{\text{طہ}^{۲}}{۶} + \ldots\ldots = \left(۱ - \frac{\text{طہ}^{۲}}{۲}\right)^{\frac{۱}{۳}} \text{تقریباً} = (\text{جم طہ})^{\frac{۱}{۳}} = (\text{قط طہ})^{-\frac{۱}{۳}}$$

$$\therefore \text{لوک جب طہ} = \text{لوک طہ} - \tfrac{۱}{۳}\,\text{لوک قط طہ} = \text{لوک ت} + \text{لوک جب } ۱'' - \tfrac{۱}{۳}\,\text{لوک قط طہ}$$

مثال - جب ۳۹″ کا لوک دریافت کرو۔

$$\text{لوک جب } ۳۹'' = ۱،۵۹۱۰۶۴۶ + \bar{۶}،۶۸۵۵۷۴۹ - \tfrac{۱}{۳}(۰،۰۰۰۰۰۰۰)$$
$$= \bar{۴}،۲۷۶۶۳۹۵$$

$$\text{اسی طرح مس طہ} = \frac{\text{جب طہ}}{\text{جم طہ}} = \frac{\text{طہ} - \frac{\text{طہ}^{۳}}{۳!} + \ldots\ldots}{۱ - \frac{\text{طہ}^{۲}}{۲!} + \ldots\ldots} = \text{طہ}\,\frac{۱ - \frac{\text{طہ}^{۲}}{۶}}{۱ - \frac{\text{طہ}^{۲}}{۲}}$$

$$\therefore \frac{\text{مس طہ}}{\text{طہ}} = ۱ + \tfrac{۱}{۳}\,\text{طہ}^{۲} + \ldots\ldots = \left(۱ - \frac{\text{طہ}^{۲}}{۲}\right)^{-\frac{۲}{۳}} = \text{جم طہ}^{-\frac{۲}{۳}} = \text{قط طہ}^{\frac{۲}{۳}}$$

$$\therefore \text{لوک مس طہ} = \text{لوک طہ} + \tfrac{۲}{۳}\,\text{لوک قط طہ} = \text{لوک ت} + \text{لوک جب } ۱'' + \tfrac{۲}{۳}\,\text{لوک قط طہ}$$

مثال — مس ۳۹″ کا لوک دریافت کرو۔

لوک مس ۳۹″ = ۱٫۵۹۱۰۶۴۶ + ۶٫۶۸۵۵۷۴۹ + (۰٫۰۰۰۰۰۰۰) ⅔ = ۴̄٫۲۷۶۶۳۹۵

چھوٹے زاویوں کی قیمتیں جن میں درجے اور منٹ ہوں معمولی لوک کی جدولوں میں مل جاتی ہیں لیکن ایسے چھوٹے زاویے جو ثانیوں میں ہوں اُن کو مندرجۂ بالا طریقے سے حل کرنا چاہیے وجہ یہ ہے کہ لوک کی جدولوں سے ان کا ادراج غلط نتائج دیگا۔

## (۱۱۳) دوطرفہ[۱] ارتفاعی مشاہدوں کا ایک اَور حل۔

شکل ۳۴

ایک ہی وقت میں دوطرفہ[۱] مشاہدے دو مقاموں ا اور ب پر آلہ کے دونوں رخوں پر کیے گئے ہیں، اور علامات س اور د کی بلندیاں مشاہدہ کی گئی ہیں، علاوہ اس کے دوربین کے محور کے ارتفاع ع اور ف، ا اور ب پر اندراج کر لیے گئے ہیں، اور ع گ، ہ ف، اک اور ل ب تمام افقی خطوط ہیں، اور ع گ = ہ ف = اک = ل ب یعنی ا پر ا اور ب کے درمیان افقی فاصلہ = ف۔

فرض کرو ا س = سطح زمین سے علامت س کا ارتفاع = لا

ب د = 〃 〃 〃 د 〃 〃 = لب

[۱] Reciprocal

ا ع = سطح زمین سے آلہ کا ارتفاع ا پر = آا
ب ف = " " " " ب پر = آب
فرض کرو د کا مشاہدہ شدہ اوسط ارتفاع ا پر = ∠ د ع گ = عہ
" " س کا " " " " ب پر = ∠ س ف ب = بہ
تب د گ = ف مس عہ
س ہ = ف مس بہ
ب ک = ا ل = ا اور ب کے لیول کا فرق
لیکن ب ک = ب د - د گ - گ ک = ب د - د گ - ا ع
= اب - ف مس عہ - آا
اور ا ل = س ل - ا س = س ہ + ہ ل - ا س
= س ہ + ب ف - ا س
= ف مس بہ + آب - اا
جمع کرنے سے ۲ ب ک = ۲ ا ل = (ف مس بہ + آب + اب)
- (ف مس عہ + آا + اا)
پس اس طرح ا اور ب کا درمیانی فرق
= ½ {(ف مس بہ + آب + اب) - (ف مس عہ + آا + اا)}
یہ دیکھنے میں آتا ہے کہ وہ مقداریں جن کا نام مقامہ کے اوپر رکھا گیا ہے مثلاً مس عہ، آا، اا وہ سب ایک ہی علامت رکھتی ہیں۔ اور اُن کا نام ا کے اوپر رکھا گیا ہے۔

آیا ا اونچا ہے یا ب یہ آسانی سے معلوم کیا جا سکتا ہے جب کہ مشاہدہ کنندہ ان میں سے کسی ایک مقامہ پر ہو۔ تب مقداریں جو بلند مقامہ سے تعلق رکھتی ہیں پست مقامہ کی مقداروں میں سے تفریق کردی جاتی ہیں۔ اس فرق کا نصف حقیقی فرق ہوتا ہے جو دو مقاموں کے لیول کے درمیان ہوتا ہے۔

(۱۱۴) **افق کا میلان** — شکل میں فرض کرو طہ وہ زاویہ ہے

Dip

شکل ۳۵

جو زمین کے مرکز کے محاذی ہے اور چونکہ

$ا ب = \sqrt{(ا + ر)^2 - ر^2} = \sqrt{ا^2 + ۲ ر ا}$

اور چونکہ $ا^2$ بہت کم ہے بمقابلہ ر کے،
تب

$ا ب = \sqrt{۲ ر ا}$ تقریباً

نیز مس ط $= \frac{ا ب}{ر}$

$= \sqrt{\frac{۲ ر ا}{ر^2}} = \sqrt{\frac{۲ \times ا}{ر}}$

$= \sqrt{\frac{۲ ا}{۵۲۸۰ \times ۳۹۶۰}}$

اب ا وہ ارتفاع ہے جو مشاہدہ کنندہ کی اوسط سطح سمندر کے اوپر فٹوں میں ہے اور ر = زمین کا نصف قطر فٹوں میں ۔

∴ لوک مس ط = ½ لوک ۲ ا − ½ لوک (۵۲۸۰ × ۳۹۶۰)

اور اگر ا = ۱۰ فٹ تب لوک مس ط = ۳۱۴۰۸۰ ۱، ۳

∴ ط = ۳َ ۴۵ً

## (۱۱۵) زاویہ گیر پر کے لیول کے ایک درجہ کی قیمت معلوم کرنا

آلہ کو اندازاً لیول کرلو اور متضاد الحرکت پیچوں سے کام لے کر بلبلہ کے ایک سرے کو ایک خاص درجہ پر لاؤ، فرض کرو کہ ۲۰ پر، اور انتصابی قوس کے سُست حرکت پیچ سے کوئی شخص (Object) کاٹو اور اس کا مقروٗہ درج کرلو۔ فرض کرو کہ یہ مقروٗہ °۱ ۳َ ۲۰ً ہے۔ پھر متضاد الحرکت پیچوں سے بلبلے کے اُسی سرے کو صفر درجہ پر لاؤ اس طرح پر بلبلے کے اُسی سرے نے ۲۰ درجے تقسیم کے طے کیے۔ انتصابی قوس کے سست حرکت پیچ سے پھر شخص کو کاٹو اور فرض کرو کہ مقروٗہ °۰ ۲َ ۴۰ً ہے۔ تب مقروٗات کا فرق ثانیوں میں

درجوں کی اُس تعداد سے تقسیم شدہ جو بُلبلے نے طے کی = قیمت ایک حصے کی، جو لیول کے بُلبلے کی ہوتی ہے = (۴۱′ ۰° − ۴۰″ ۲۸′ ۰°) ÷ ۲۰ = ۱′۶۰″ ÷ ۲۰ = ۸″

بُلبلے کی تقسیم رسدی کو انتصابی مشاہدہ شدہ زاویہ کی قیمت میں داخل کرنا۔

فرض کرو مندرجۂ ذیل ایک میدانی پیمائش بیاض کا اندراج ہے اور بُلبلہ کا حصہ ۲۰″ کی قیمت رکھتا ہے:۔

| | ا | ب | لیول کا شمار: سرا دہانہ کی طرف | لیول کا شمار: سرا چشمہ کی طرف |
|---|---|---|---|---|
| بایاں | ۲۳° ۲۶′ ۰۰″ | ۲۶′ ۳۰″ | ۷ | ۵ |
| دایاں | ۲۴° ۲۷′ ۰۰″ | ۲۸′ ۰۰″ | ۱۰ | ۰ |
| دایاں | ۲۷° ۰۵′ ۰۰″ | ۰۶′ ۰۰″ | ۷ | ۴ |
| بایاں | ۲۵° ۰۰′ ۰۰″ | ۰۰′ ۰۰″ | ۱۲ | ۰ |

اوسط زاویہ برابر ہے اُن آٹھ مقرؤات کے اوسط کے جمع یا تفریق لیول کی تقسیم رسدی۔ اب چار لیولی مقرؤات دہانے کے سرے کی طرف کے موجود ہیں اور جن کا مجموعہ = ۳۶، اور ۴ مقرؤات چشمہ کے سرے کی طرف کے ہیں جن کا مجموعہ = ۹، اور تقسیم رسدی اس طرح معلوم ہوتی ہے:۔

(ش − چ) ÷ مقرؤات کی تعداد × ایک حصے کی قیمت = ۲۰ × (۳۶ − ۹) ÷ ۸ = ۲۰ × ۲۷ ÷ ۸ = ۱′ ۷٫۵″

اگر دہانے کے سرے کی طرف زیادتی پر ہے تو تقسیم رسدی جمع ہوتی ہے اگر چشمہ کے سرے کی طرف زیادتی پر ہے تو تقسیم رسدی کو تفریق کرنا چاہیے۔

اوسط زاویہ اس لیے (۲۴° ۵۹′ ۱۹″) + (۰° ۱′ ۷٫۵″)

= (۲۵° ۰۰′ ۲۶٫۵″)

مندرجۂ بالا ایسے بُلبلے کے لیے ہے جس کی درجہ بندی وسط سے باہر کی طرف کو ہے۔ اگر بُلبلہ صرف ایک سرے پر سے درجہ بندی کیا ہوا ہے تو

صفر والے سرے کے مقروات منفی سمجھے جاتے ہیں اور اس کے بعد مندرجہ بالا قاعدہ لگایا جاتا ہے۔

## (۱۱۶) بنیادی خط کی تحویل اوسط سطح سمندر پر

طویل خطوط مثلاً بنیادی خطوط اور مثلثائی کے اضلاع کو سطح سمندر کے ساتھ تحویل کرنا چاہیے تاکہ تقسیم الارض فاصلہ حاصل ہو جائے۔

فرض کرو کہ ایک بنیادی خط س د کو ناپا گیا ہے اور اس کو افقی فاصلے میں تحویل کرنا ہے۔

فرض کرو س اور ف کے ارتفاع ۲۶۴۰ اور ۵۲۸۰ فٹ بالترتیب اوسط سطح سمندر سے اوپر ہیں اور یہ ع۱ اور ع۲ سے ظاہر کیے گئے ہیں۔

شکل ۳۶

تب

$$\frac{\text{اب}}{\text{س د}} = \frac{\text{ر}}{\text{ر} + \text{ع}_1}$$

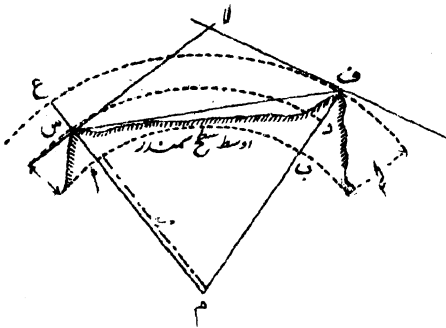
اور $\frac{\text{اب}}{\text{ع ف}} = \frac{\text{ر}}{\text{ر} + \text{ع}_1}$ یہاں ر زمین کا اوسط نصف قطر ہے۔

قطبی اور استوائی قطروں کا اوسط ہمیشہ ۷۹۱۲،۰۳ میل لی جاتی ہے اور اس لیے اوسط نصف قطر یعنی ر = ۳۹۵۶،۰۱۵ یا ر = ۲۰۸۹۹۳۱۸ فٹ اس کا لوگ ۷،۳۲۰۱۳۱۹ ہے۔

تب $\frac{\text{اب}}{\text{۵ میل}} = \frac{۳۹۵۶}{۳۹۵۶،۵}$

$$\therefore \text{اب} = \frac{(۳۹۵۶)۵}{۳۹۵۶،۵}$$

لوک اب = ۳،۵۹۷۳۱۱۲ - ۴،۲۹۶۲۲۶۳ = ۳،۵۹۷۳۱۱۲

= ۰،۶۹۸۹۱۵۱

∴ اب = ۴،۹۹۹۳۷ میل

یعنی پانچ میل سے ۰۰۰۶۳، میل کم

= ۱۶،۶۳ فٹ کم ۵ میل سے جو اُس سطح مستوی پر ناپے جائیں جو نصف میل اوسط سطح سمندر سے اوپر ہو۔

(۱۱۷) **ظنّی خطائیں** ـــــ حسابی اوسط جو کئی مشاہدوں سے برآمد ہو زیادہ سے زیادہ ظنّی قیمت مشاہدہ شدہ مقدار کی ہوتی ہے، اور ظنّی خطا جو اِس مقدار میں ہوتی ہے وہ ایک قسم کی ایسی مقدار ہے کہ یہ اُسی قدر زیادہ یا اُسی قدر کم اصل قیمت سے ہوتی ہے۔

ظنّی خطاؤں کا حل کرنا مفید ہوتا ہے اس لیے کہ اس سے معلوم ہوتا ہے کہ آیا خطائیں جائز خطا کے اندر ہیں اور کس قدر یا کس حد تک مشاہدوں پر بھروسا کیا جا سکتا ہے۔

یہ یاد رکھنا چاہیے کہ مستقل خطائیں جن کو ساقط کیا جا سکتا ہے پہلے ان کو ساقط کرنا چاہیے اور اس کے بعد اقل مربعوں کے طریقے کو لگانا چاہیے۔ ایک فیتہ جس کو یہ سمجھا جاتا ہے کہ اپنی ناپ سے زیادہ لمبا ہے وہ ناپوں کی کم تعداد دیگا اور ان ناپوں کو پہلے درست کرنا چاہیے اور اس کے بعد ناپوں کے کسی جُٹ (Set) پر صحت حاصل کرنے کے لیے ایک مخصوص "پاسنگ" لگایا جا سکتا ہے۔ جو مشاہدہ صریحاً غلط ہے اُس کو خارج کر دینا چاہیے اور ایک مفروضہ یہ بھی ہے کہ بڑی خطائیں وقوع میں نہیں آتیں، لیکن جو اکثر پیش آتا رہتا ہے وہ یہ ہے کہ مقروُدہ کی ایک مثبت اور منفی خطا وغیرہ آپس میں کٹ جاتی ہیں۔ درحقیقت جب مشاہدوں کے جٹوں کا خلاصہ کیا جائے

اور کوئی مخصوص پا سنگ اُن کے ساتھ لگایا جائے تو ہر ایک جبط کے حالات کم و بیش مساوی ہونے چاہییں۔

اگر ت = تعدادِ مشاہدات۔

ف = فرق ایک مشاہدہ اور حسابی اوسط کے درمیان۔

خ = کسی ایک مشاہدہ کی ظنی خطا۔

$خ_م$ = تمام مشاہدات کے اوسط کی ظنی خطا۔

ق = ۰٫۶۷۴۵ مقدارِ مستعلہ جو کم سے کم مربعوں کے نظریہ سے معلوم کی جائے۔

مج = "مجموعہ"

تب اقل مربعوں کے نظریہ سے۔

$$\text{خ} = ۰٫۶۷۴۵ \sqrt{\frac{\text{مج ف}^۲}{\text{ت} - ۱}}$$

$$\text{خ}_\text{م} = ۰٫۶۷۴۵ \sqrt{\frac{\text{مج ف}^۲}{\text{ت}\,(\text{ت} - ۱)}}$$

مثال ـــ زاویوں کا گوشوارہ جو ایک مثلثائی کی بیاض سے لیا گیا ہے۔

| | زاویہ | | | | ف | (ف²) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ۷۰° | ۵۵′ | ۱۲″ | + | ۷ | ۴۹ |
| | " | ۵۴ | ۵۹ | − | ۶ | ۳۶ |
| | " | ۵۵ | ۰۶ | + | ۱ | ۱ |
| | " | ۵۵ | ۰۳ | − | ۲ | ۴ |
| اوسط | ۷۰° | ۵۵′ | ۰۵″ | | | ۹۰ |

$$\text{تب خ} = ۰٫۶۷۴۵ \sqrt{\frac{۹۰}{۴ - ۱}} = ۰٫۶۶۴۵ \sqrt{۳۰}$$

$$= ۳٫۷″$$

$$خ_م = ۰٫۶۷۴۵ \sqrt{\frac{۹۰}{۴(۴-۱)}} = ۰٫۶۷۴۵ \sqrt{\frac{۹۰}{۱۲}}$$

$$= ۱٫۸۵''$$

$$زاویہ = ۴۰^\circ\ ۵۵'\ ۵٫۰'' \pm ۱٫۸۵''$$

ظنّی خطاؤں سے ایک حد تک یہ معلوم ہو جاتا ہے کہ کیا رعایت مشاہدے کے مختلف جٹوں[1] میں کی جائے اور یہ معلوم کرلیا گیا ہے کہ یہ رعایات ظنّی خطاؤں کے مربعوں کے ساتھ معکوس تغیر رکھتی ہیں۔

اگر مثال کے طور پر مشاہدوں کا ایک اور جٹ لیا گیا اور خ ۲٫۵۷″ دریافت ہوا تو دونوں مشاہدوں کے مخصوص رعایتی پاسنگ[2] ہوں گے

$$\frac{۱}{(۱٫۸۵)^۲} = \frac{۱}{(۲٫۵۷)^۲}$$ یعنی ۲:۱

ایک السّمت سے دوسری السّمت تک حصری کرنے میں کسی زاویے میں ظنّی خطا = کُل خطا، تقسیم شدہ حصری کے زاویوں کی تعداد کے جذر سے۔

مثال — اگر ۳۶ مقاموں والی حصری کی زاویئی خطا اختتام پر پہنچتے وقت ۶ دقیقے ہے تو خطائی زاویہ، جیسا کہ خیال کیا جاتا ہے، $\frac{۶'}{۳۶}$ یعنی ۱۰ ثانیے نہیں ہوگی بلکہ $\frac{۶'}{\sqrt{۳۶}}$ = ۱ دقیقہ۔

اس کی وجہ یہ ہے کہ خطائیں متلافی ہوتی ہیں اور اس طرح پر ایک ذہنی اختتامی خطا نکل آتی ہے اور ایک حقیقی خطا نہیں ہوتی جس سے خطا کا اجتماع معلوم ہو۔

ناپ کی پیمائش میں اگر مندرجۂ ذیل تابیں ہیں جو مستقل خطاؤں کو تحویل کرنے کے بعد حاصل ہوئی ہیں تو ظنّی خطا تمام ناپ کے لیے مندرجۂ ذیل طریقے سے معلوم ہوگی:-

[1] Sets [2] Weight

| | ف | ف۲ |
|---|---|---|
| ۵۱۹،۷۷ | ،۳۲۵ | ،۱۸۰۶۲۵ |
| ۵۱۶،۰۳ | ،۰۲۵ | ،۰۰۰۶۲۵ |
| ۵۱۵،۶۹ | ،۳۷۵ | ،۱۴۰۵۲۵ |
| ۵۱۹،۱۲ | ،۰۷۵ | ،۰۰۵۵۲۵ |
| اوسط = ۱۶،۲۷۵ ان | ف۲ مجموعہ[له] = | ،۳۲۷۳۰۰ |

خم = ۰،۶۷۴۵ $\sqrt{\frac{،۳۲۷۳۰۰}{۴ \times ۳}}$ = ۰،۶۷۴۵ $\sqrt{\frac{،۳۲۷۳۰۰}{۱۲}}$

= ۰،۶۷۴۵ $\sqrt{،۰۲۵۶۰۸}$ = ،۱۰۸

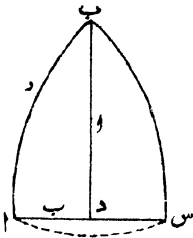
یعنی اوسط کی ظنی خطا تقریباً $\frac{۱}{۴۷۸۰}$ ہے۔

## (۱۱۸) ایک عرض بلد کے دائرہ کا خط زمین پر قائم کرنا

اگر ایک السّمت کسی خاص عرض بلد پر مشاہدہ کیا جاتا ہے اور حقیقی نصف النہار سے قائمہ میں ایک خط زمین پر لگا دیا جاتا ہے، تو یہ خط اس جگہ پر ایک کبیر دائرہ بنائیگا جو اس نقطہ میں سے گذریگا۔ اور ایک عرض بلد کا متوازی خط، جو ایک صغیر دائرہ ہوتا ہے، اُس کی سمت ۹۰° سے کم یعنی ۹۰° نفی استد قاق کی تقسیم رسدی، اُس نقطہ کے فاصلے کے لیے جو دوسرے مقام پر اِسی عرض بلد پر ہے۔

اس کی مثال یہ ہے کہ ایک عرض بلد کے خط کا تصور اپنے ذہن میں کرلو اور اس کے مختلف نقاط سے جو دائرہ پر ہوں السّمت کھینچے گئے ہیں۔ یہ تمام السّمت مستدق ہونگے، اور قطب کے اوپر زمین کے محور پر ایک نقطہ پر ملینگے اور جو شکل یہ خطوط بنائینگے وہ ایک مخروط کی شکل ہوگی جس کا قاعدہ دائرہ عرض بلد ہوگا۔ خطِ استوا پر یہ خطوط ایک اُستوانے کی شکل اختیار کر لینگے جو زمین کو استوا پر کاٹیگا۔ اِس سبب سے استد قاق کا زاویہ عرض بلد کے دائرہ کے لیے اور عرض بلد کے دائرہ پر کچھ فاصلہ کے لیے معلوم کرنا چاہیے اور اس کو ۹۰° سے منہا کر دینا چاہیے تاکہ عرض بلد کے دائرہ کی ابتدائی سمت معلوم ہو جائے۔

ناپ یا فاصلہ جو لیا گیا ہے اُس کا زمین پر کھونٹی سے نشان کر دیا جاتا ہے اور ایک آذر السمت لے لیا جاتا ہے اور اسی طرح آگے تک کرتے جاتے ہیں۔

اس سے آسان تر طریقہ مندرجۂ ذیل ہے:—

ایک کُرَوی مثلث ۱ ب س لو اور فرض کرو ۱ اور س دو نقاط عرض بلد شمالی پر ۳۰° پر ہیں۔ اور ۱° فاصلہ پر طول بلد میں ہیں (۱° کا فصل طول بلد پر ۶۰ بحری میل کے برابر ہوتا ہے) اور ایک بحری میل ایک کبیر دائرہ کی قوس کا وہ حصہ ہوتا ہے جو زمین کی سطح پر زمین کے مرکز پر ایک دقیقے کے محاذ اوسط سطح سمندر پر ہوتا ہے۔ خطِ استوا پر یہ ۶۰۸۰٫۸۵[1] فٹ ہوتا ہے۔

شکل ۳۷

نقطہ ب سے ایک عمود ۱ س پر گراؤ جو ۱ س سے نقطہ د میں ملے۔ تب مثلث ۱ ب د کا زاویہ قائمہ نقطہ د پر ہے اور نیپیر (Napier) کے دائری حصص کے قاعدے کے بموجب:—

جب ($\frac{\pi}{2}$ - ۱) = مس ($\frac{\pi}{2}$ - د) مس ب (دیکھو پارہ ۶۱ ......)

= مم د مس ب

لوک جم ۱ = لوک مم ۹۰° + لوک مم $\frac{1}{2}$°

= $\bar{۲}$٫۷۶۱۴۳۹۴

+ $\bar{۳}$٫۹۴۰۸۵۸۴

لوک جم ۱ = $\bar{۳}$٫۷۰۲۲۹۷۸

[1] امدادی جداول۔ سروے آف انڈیا۔ چوتھا اڈیشن

∴ ا = ۸۹° ۴۲′ ۳۹″

اور ∴ س = ۸۹° ۴۲′ ۳۹″

یعنی ایک خط اس جو ۸۹° ۴۲′ ۳۹″ کا زاویہ حقیقی شمال سے نقطہ ا پر بنائیگا وہ نقطہ س میں سے گذریگا۔

زاویہ ا یا س معلوم کرنے کے بجائے استدقاق معلوم کیا جا سکتا ہے ۔ دیکھو سروے مینول حصۂ اول، پارہ ۱۳۱ - اس کا طریقہ مندرجۂ ذیل ہے:-

لوک استدقاق دقیقوں میں = لوک مستقل فٹوں کے لیے + لوک مس عرض بلد + لوک طول بلد

| | |
|---|---|
| لوک مستقل | =۴٫۲۱۶۴ (۴ منفی) |
| لوک مس ۳۰° | ۹٫۷۶۱۴ |
| لوک طول بلد | ۵٫۲۶۰۷ |

= ۱٫۲۳۸۵ = لوک استدقاق

∴ استدقاق = ۱۷′ ۱۹″ یعنی زاویہ ۹۰° - ۰° ۱۷′ ۱۹″ = ۸۹° ۴۲′ ۴۱″

ایک ثانیہ یا اسی قدر کا فرق اس سبب سے ہوا کہ لوک صرف چار مراتب تک لیے گئے ہیں لیکن موخر الذکر قیمت بالکل قریبی قیمت ہے اس لیے کہ کوئی زاویہ گیر جو سروییر معمولی طور پر، استعمال کرتا ہے وہ ثانیوں تک مکمل صحت کے ساتھ شمار نہیں ظاہر کر سکتا ۔

اب نقطہ د کو حل کرنے کے لیے ہم ا کو عرض التمام د کا وسطی نقطہ لیتے ہیں

اور اس طرح جم ا جم ب = جب $(\frac{\pi}{2} - د)$ ∴ جم ا = $\frac{جم د}{جم ب}$

∴ ا = ۵۹° ۵۹′ ۵۵″

∴ نقطہ د کا عرض بلد = ۳۰° ۰′ ۵″، اس لیے نقطہ د ۳۰° عرض بلد کے دائرہ سے ۵″ شمال میں ہے۔

اب ایک دقیقہ کی قوس کے محاذ ۶۰۸۵٫۸ فٹ ہوتے ہیں جیسا کہ پہلے ظاہر کیا جا چکا ہے۔

∴ ۵ ثانیہ کے محاذ $\frac{۶۰۸۵٫۸}{۱۲}$ = ۵۰٫۷ فٹ تقریباً ہوتے ہیں۔

یعنی ۵۰٫۷ فٹ بیرونی عمود جنوب میں ہوگا اور اس کا فاصلہ ۳۰ بحری میل ۱ ا س سے ہوگا جو = ۳۰ × ۵۲۷۵٫۱۱ فٹ (دیکھو اگلی صورت) = ۱۵۸۲۵۳ فٹ عرض بلد کے دائرہ پر۔ قوس ا د س ایک کبیر دائرہ کی قوس ہے یا صغیر ترین خط ا اور س کے درمیان ہے جو نقطہ د میں سے گذرتا ہے۔ اور مثلث ا ب د میں جب ا د = جب ب جب د اس لیے ا د = ۲۵٫۹۸ دقیقے

∴ ا د فٹوں میں = ۶۰۸۵٫۸ × ۲۵٫۹۸ = ۱۵۸۱۰۹۔ عرض بلد کا متوازی دائرہ اس طرح وتر ہو جاتا ہے، اور کبیر دائرے کی قوس قاعدہ ہو جاتی ہے اور معیّن یا بیرونی عمود ۵۰٫۷ فٹ مثلث کا عمود ہو جاتا ہے۔ ایک یا زیادہ بیرونی عمود اس ہی طریقے سے حل کر لینے چاہییں اور باقی کے بذریعہ ادراج ثلث متشابہ کے مطابق دیے جائیں۔

یہ طریقہ اُن لوگوں کو یاد رکھنا چاہیے جن کو شہروں، انہار، نوآبادیات، وغیرہ، کے حدود لگانے ہوں۔

ریاست ہائے متحدہ امریکہ میں ان عرض بلد کے متوازی دائروں کی تظلیل تابع کے قاعدہ سے کی جاتی ہے اور اس کے متعلق جداول بنائی گئی ہیں تاکہ اس کام کو آسان کر دیا جائے۔

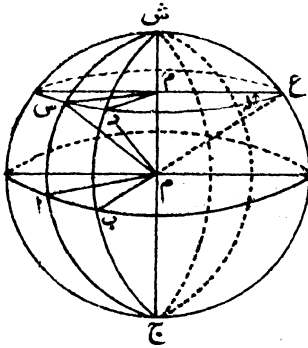
**(۱۱۹) بحری میل** —— ایک بحری میل استوا پر ۱ دقیقہ کا زاویہ زمین کے مرکز پر اپنے محاذ میں بنا تا ہے، یا زیادہ صحیح یہ ہے کہ ایک دقیقہ کی قوس ایک کبیر دائرہ پر ہوتی ہے۔

اگر زمین کا اوسط نصف قطر[1] ۳۹۵۶٫۲۶ میل ہے تو ہم کو ایک بحری میل

---

[1] اوسط نصف قطر کی قیمت یہاں لی گئی ہے لیکن عرض بلد کا دائرہ (بقیہ حاشیہ صفحہ ۲۸۹ پر)

شکل ۳۸

کی لمبائی فٹوں میں $\frac{۵۲۸۰ \times ۳۹۵۶،۴۶ \times \pi}{۱۸۰ \times ۶۰}$

= ۶۰۷۹ فٹ تقریباً بالکل ٹھیک اوسط سطح سمندر پر اور استوا پر حاصل ہوگی۔

اگر ع د س (شکل ۳۶) ایک متوازی عرض بلد کا دائرہ ہے اور ع م = س زمین کا نصف قطر اور ع مَ = ر = دائرہ ع د س کا نصف قطر، تب ر = س جم مَ

∴ ع م = س جم عرض بلد یا جم لہ = $\frac{\text{ر}}{\text{س}}$ ۔

اب اگر ش س ا اور ش د ب دو کبیر دائرے ہوں، تب فرق طول بلدیں (ط) د اور س کے درمیان عرض بلد (لہ) پر قوس ا ب سے جو استوا پر سے ناپا جاتا ہے اور $\frac{\text{قوس د س}}{\text{ر}} = \frac{\text{قوس ا ب}}{\text{س}}$ = ط کی قوسی ناپ یا قوس د س = $\frac{\text{قوس ا ب} \times \text{ر}}{\text{س}}$

اور اگر لا = تعداد دقیقوں کی جو ط میں ہو تب فاصلہ ا ب = لا بحری میل۔

یا د س = $\frac{\text{ر لا}}{\text{س}}$ بحری میل

= لا × جم لہ بحری میل

اس لیے ایک بحری میل عرض بلد ۰، ۹۰ میں = ۶۰۷۷٫۵۲۶۴۴ فٹ، اور اس طور پر جب بالائی اور زیرین طول بلد کے دائروں کو حل کیا جائے تاکہ نقشے کے چار خانے کو دریافت کیا جائے تو یہ ظاہر ہو جائیگا کہ بالائی دائرۂ عرض بلد چھوٹا ہوگا اور زیرین اُس سے بڑا ہوگا اور یہ حال تمام

(بقیہ حاشیہ صفحہ گزشتہ) سطح زمین پر لگانے میں صرف استوائی نصف قطر لینا چاہیے۔ مندرجۂ ذیل قیمتیں دی جاتی ہیں:۔

اوسط استوائی نصف قطر = ۲۰۹۲۵۸۶۷ فٹ اور اوسط نصف قطبی قطر = ۲۰۸۵۴۴۷۷ فٹ اوسط نصف قطر = ۲۰۸۹۰۱۷۲ فٹ

اُن نقشوں پر ہوگا جن کی تظلیل استوا کے شمال کے چار خانے پر کی جائے اور استوائے جنوب کے چار خانے کے لیے اِس کے برعکس ہوگا۔

علاوہ ازیں د اور س وہ نقاط ہیں جو ایک ہی عرض بلد ( لہ ) پر واقع ہیں اور فرض کرو کہ ان کا فرق طول بلد ( ط ) میں ۴۰° یعنی ۲۴۰۰ دقیقے ہو۔ اگر ایک جہاز ۱۷ ناٹ (Knots) (۱۷ بحری میل فی ساعت) کی رفتار سے بالکل مغرب یا مشرق میں د اور س کے درمیان چل رہا ہو اور اگر س اور د ۵۰° عرض بلد میں تھے تو وہ اپنے سفر کو $\frac{۲۴۰۰ \times جم ۵۰°}{۱۷}$ گھنٹے

= ۹۰٫۷۷ گھنٹے میں پورا کریگا

وتر د س = ۲ ر جب $\frac{۴۰°}{۲}$ = ۲ ر جب ۲۰°

اور وتر د س = ۲ سر جب $\frac{ط}{۲}$ (جب کہ زاویہ س م د = ط)

اور چونکہ ر = سر جم لہ

∴ جب $\frac{ط}{۲}$ = جب ۲۰° جم ۵۰°

∴ $\frac{ط}{۲}$ = ۱۲° ۴۲′

∴ ط = ۱۵۲۴ دقیقے

اور اس لیے کبیر دائرے کی قوس س د = ۱۵۲۴ بحری میل، پس اگر جہاز کا سفر کبیر دائرے پر ہو بجائے صحیح مشرق اور مغرب کے، تو وہ سفر کو $\frac{۱۵۲۴}{۱۷}$ گھنٹے یا ۸۹٫۷۷ گھنٹے میں طے کریگا یعنی ایک گھنٹہ کم میں۔

**(۱۲۰) خُرد بیما** ـــــ اعلیٰ قسم کے زاویہ گیروں میں، یا یہ کہا جائے کہ ایسے زاویہ گیروں میں جن میں مکمل صحت سے کام لینا مقصود ہو، خُرد بیما کے بجائے کسر پیما لگے ہوئے ہوتے ہیں۔ زاویہ گیر کے ابتدائی عضو کی

تقسیم درجوں اور درجوں کے ۱/۶ حصوں یعنی ۱۰ منٹ میں کی ہوئی ہوتی ہے۔
خُردبیما کا پُرزہ ایک بکس ہوتا ہے جو اس کے دو عدسوں کے بیچ میں لگا ہوا ہوتا ہے۔ بکس میں ایک "کنگھی" لگی ہوئی ہوتی ہے جیسا کہ اس کو کہا جاتا ہے اس میں ایک V کٹھنہ ہوتا ہے جو مقرؤہ کا نمائندہ ہوتا ہے۔ اس بکس کی دائیں طرف ایک پہیہ ہوتا ہے جس کو پھرانے سے متوازی تاروں کا ایک جوڑا سارے میدانِ نظر میں پھر جاتا ہے۔ پہیہ کا ایک چکر متوازی تاروں کو ایک درجہ ابتدائی پیمانے میں چلا دیتا ہے اور یہ اگلے نمبر پر آجاتا ہے۔ اگر ایک درجہ کی قیمت دوسرے تک دس دقیقے ہو تو یہ صاف ظاہر ہے کہ اگر پہیہ کو دس حصوں میں تقسیم کر دیا جائے تو منٹوں کو معلوم کر سکتے ہیں، اور اگر پھر اس کو چھ حصوں میں تقسیم کر دیا جائے تو دس ثانیے حاصل ہو جاتے ہیں اور ایک ثانیہ تک کا تقرب حاصل ہو سکتا ہے۔

مندرجۂ ذیل سے خُرد بیما کو پڑھنے کا طریقہ آسان ہو جاتا ہے:۔

پہلے چشمہ کو باسکہ میں لاؤ اس طرح پر کہ درجہ بندی اور تار صاف نمایاں ہوں اور تاروں کو V کٹھنہ کے مرکز میں لاؤ اور اس وقت اگر خُردبیما صحیح لگا ہوا ہے تو وہ صفر شمار ظاہر کریگا۔ اگر اُس پر صفر ظاہر نہیں ہوتا دائیں ہاتھ سے پہیے کا کمانی دار بٹن کھینچ لو اور پہیے کو پھراؤ تاکہ درجہ بندی کا صفر اپنے نمایندہ کے سامنے ہو، اب بٹن کو چھوڑ دو۔ اس قسم کی چند آزمائشوں سے یہ درست ہو جاتا ہے۔ زاویہ گیر کی بالائی تختی کا شکنجہ پیچ کھول دو اور سُست حرکت پیچ سے ۰° کو کٹھنہ کے مرکز کی بالکل سیدھ میں لے آؤ۔ زاویہ گیر کا مقرؤہ اُس وقت ۰° ۲' ۲" ہے۔ اب سست حرکت پیچ کو پھراؤ تاکہ صفر درجہ سے کچھ زیادہ پڑھے۔ یعنی فرض کرو کہ دس ثانیے کٹھنہ صفر درجہ کے دائیں کو چلا جائیگا۔ خُردبیما پہیہ کو پھراؤ جس سے تار حرکت کرتے ہیں اور تاروں کو ۰° یا ۰° ۲' کے جو بھی زیادہ قریب ہو دونوں طرف ایک ایک لاؤ۔ خُردبیما پہیہ کا امتحان کرلو اور اگر نمائندہ درجہ بندی کے کسی حصہ کے مقابل ۶ اور ۷ کے درمیان پہیہ کے اوپر ہے تو مقرؤہ کسی قدر ۰° ۶' اور ۰° ۷' کے درمیان ہوگا۔

اس سے اور آگے چل کر اگر نمایندہ خرد پیما پہیہ کے ۶ سے آگے دوسرے اور تیسرے حصّے کے درمیان ہو تو مقروءہ °۶ ۲۵′ ۲۴″ ہوگا۔ ایک اور مثال لو کٹھنہ چوتھے اور پانچویں حصے کے درمیان ہے اور °۲۶۵ سے دائیں طرف کو ہے اور خرد پیما پہیہ ۲′ ۳۶″ ظاہر کرتا ہے۔ اس لیے مقروءہ °۲۶۵ ۴۷′ ۳۶″ ہوگا۔

خرد پیما کی "مسافت" (run) کے نام سے جو چیز مشہور ہے وہ یہ ہے کہ آیا تار ایک درجہ بندی سے دوسری درجہ بندی تک پہیئے کی ایک پوری گردش میں پہنچ جاتے ہیں، اور اس کا انحصار زیریں عدسے کے ماسکہ پر ہوتا ہے اور یہ ضروری ہوگا کہ فاصلہ کو گھٹایا بڑھایا جائے اور اس کی ترکیب یہ ہے کہ پیچ اور کالر کی مدد سے برابر کام لیا جائے جب تک کہ "مسافت" پوری ترتیب پر نہ آجائے۔ اس کی تکمیل کے بعد اگر ماسکہ کو چشمہ میں سے دیکھ کر معلوم ہو کہ اس کے درست کرنے کی ضرورت ہوگئی ہے تو اس کے تمام پرزوں کو خانے میں اوپر اور نیچے سرکا کر ترتیب میں لایا جاتا ہے۔

دو خرد پیما، جن میں سے ایک اِس طرف اور ایک اُس طرف ہو، کا فرق °۱۸۰ ہو تو کنگھے کو ایک پیچ کے ذریعہ جانبی حرکت دی جا سکتی ہے جو اس مطلب کے لیے بکس کی ایک طرف لگا ہوتا ہے۔

مندرجہ بالا مستقل ترتیبیں ہیں اور اکثر ان کی ضرورت نہیں پڑتی لیکن جو ترتیب پہلے دی گئی ہے یعنی خرد پیما کے صفر کو کنگھے کے V کٹھنہ کے ساتھ ملا دیا جائے آسانی سے ہو سکتی ہے اور بعض اوقات ضروری ہوتی ہے مثلاً کنگھے کی مستقل ترتیب کو خرد پیما کے پہیہ کے صفر کی ترتیب کے لیے ضروری کرنا پڑیگا۔

خرد پیما، کسر پیما کے مقابلہ میں زیادہ آسانی سے پڑھا جاتا ہے اور بصارت پر اس سے کم زور پڑتا ہے، لیکن اس کی قیمت کی وجہ سے اس کا رواج عام نہیں ہوا۔

تمت

# اشاریہ

## پیمائش حصہ دوم

# فہرستِ اصطلاحات

## پیمایش حصۂ دُوم

| اردو | انگریزی |
|---|---|
| **A** | |
| ضلالت | Aberration |
| ماخوذ زاویے | Abstract angles |
| اسراع | Acceleration |
| ترتیبیں | Adjustments |
| اُبھار | Afflux |
| خطبائی | Alignment |
| ارتفاعی سمتی آلہ / آلۂ ارتفاع وسمت | Alt-azimuth instrument |
| اندرومیدا | Andromeda |
| بے مایع بارپیما | Aneroid barometer |
| متضاد پیچ | Antagonistic screw |
| قلبِ عقرب ۔ انٹریس (ع عقرب) | Antares (a.Scorpii) |
| اوج (شمسی) | Aphelion |
| ظاہری وقت | Apparent time |
| (بُرج) دَلو | Aquarius |
| حمل | Aries |
| صعودِ مستقیم | Ascension (right) |
| ممسک العنان | Auriga |
| خریفی اعتدال | Autumnal equinox |
| السمت | Azimuth |
| **B** | |
| توازنی حوض | Balancing tank |
| محاذی سلاخ | Bar subtense |
| بنیادی خط | Base line |
| جہت (جمع = جہات) | Bearing |
| ضرب | Beat |
| خشت زار | Brick-field |

| اردو | انگریزی |
|---|---|
| | **C** |
| تفصیلی پیمایش (کھیتوار پیمایش) | Cadestral survey |
| سرطان (برج) | Cancer |
| جدی | Capricornus |
| برجی چرخ ڈھبری | Capstan-headed nut |
| آبشار | Cascade |
| سماوی کرہ | Celestial sphere |
| مرکز اندازی | Centring |
| وقت پیما | Chronometer |
| گرد قطبی۔ ابدی الظہور | Circumpolar |
| مدنی وقت | Civil time |
| کھڑی چٹان | Cliff |
| میل پیما | Clinometer |
| متمم ارتفاع | Co-altitude |
| عرض التمام | Co-latitude |
| سدھائی کا خط۔ خط توازی | Collimation line |
| تخمینی رقبہ | "Command" area |
| متلافی سلاخ | Compensative rod |
| ستاروں کا منڈل | Constellation |
| ہم ارتفاع خط۔ کنٹور | Contour |
| استدقاق | Convergency |
| تقسیم رسدی | Correction |
| آڑے تار۔ صلیبی تار | Cross hair |
| اوج | Culmination |

| اردو | انگریزی |
|---|---|
| پُلیا | Culvert |
| کعب ثانیہ | Cusec |
| | **D** |
| بُنیادی خط | Datum line |
| میلی دائرے | Declination circles |
| طول ابد | Departures |
| دیافرام۔ دیافرغمہ | Diaphragm |
| میلان | Dip |
| تقسیمی پرکار۔ مُقسم | Dividers |
| تنّین | Draconis |
| | **E** |
| خارج المرکز مقام | Eccentric station |
| طریق الشمس | Ecliptic |
| رُوکار | Elevation |
| قطع ناقص | Ellipse |
| ابتعاد | Elongation (of star) |
| قرن | Epoch |
| استوائی سال | Equatorial year |
| اعتدالی دائرہ | Equinoctial colure |
| اعتدالین | Equinoxes |
| چشمہ | Eye-piece |
| | **F** |
| معاون | Feeder |
| اعتمادی کنارہ | Fiducial edge |

| اُردو | انگریزی |
|---|---|
| پیمایش بیاض | Field book |
| ترنڈا | Float |
| ماسکہ نلی | Focussing slide |
| پیچ پایہ | Foot-screw |
| پیش حوض | Forebay |

## G

| اُردو | انگریزی |
|---|---|
| بُرج جوزا | Gemini |
| تکوینی مقامہ | Generating station |
| مکوّن | Generator |
| تقسیم الارضی | Geodetic |
| کانٹا (دھوپ گھڑی کا) | Gnomon |
| چارخانے | Graticules |
| چاٹتی شعاع یا کرن | Grazing ray |
| تقویم گرگوری | Gregorian calendar |
| جالی کھمبا | Grid |
| قائد شعاع | Guide ray |

## H

| اُردو | انگریزی |
|---|---|
| ہرقل | Hercules |
| ابرخس | Hipparchus |
| اُفقی عضو | Horizontal limb |
| آبہ | Hydrant |
| آبی برقی طاقت | Hydro-electric power |
| آبی برقی اسکیم | Hydro-electric scheme |

## I

| اُردو | انگریزی |
|---|---|
| میلان | Inclination |
| مائل ڈائل | Inclining dial |
| فی محلہ | In situ |
| اِدراج - بینی اِدراج | Interpolation |

## J

| اُردو | انگریزی |
|---|---|
| تقویم قیصری | Julian calendar |
| مشتری | Jupiter |

## L

| اُردو | انگریزی |
|---|---|
| عرض بلد | Latitude |
| سالِ کبیسہ | Leap year |
| بُرج اسد | Leo |
| لیول لینے والا | Leveller |
| لیول پیمائی | Levelling |
| میزان | Libra |
| بار کی گنجائش | Load capacity |
| طول بلد | Longitude |

## M

| اُردو | انگریزی |
|---|---|
| مقناطیسی جہت | Magnetic bearing |
| اوسط شمسی سال | Mean solar year |
| اوسط وقت | Mean time |
| نصف النہار | Meridian |
| خُرد پیما | Micrometer |

| انگریزی | اُردو |
|---|---|

## N

| انگریزی | اُردو |
|---|---|
| Nadir | نظیر ۔ سمت القدم |
| Napier's rules of circular parts | نیپیر کے دائری حصوں کے قواعد |
| Nebula | سحاب ۔ سدیم |
| Notch | کٹخنہ |
| Nutation | کبو |

## O

| انگریزی | اُردو |
|---|---|
| Object | شخص |
| Object glass or lens | شخصی عدسہ ۔ دہانہ |
| Oblate spheroid | چپٹا کرہ نما |
| Obliquity of ecliptic | میلان طریق الشمس |
| Observer | مُشاہد |
| Operator | عامل |
| Orbit | مدار |
| Orientation | تشریق |

## P

| انگریزی | اُردو |
|---|---|
| Parallactic angle | اختلاف منظری زاویہ |
| Parallax | اختلاف منظر |
| Parallel slide | توازی مسطر |
| Peephole | جھانکی |
| Perennial | دوامی |
| Perihelion | حضیض (شمسی) |
| Permanent way | مستقل (ریل کا) راستہ |
| Pipe line | نل خط |
| Pisces | حوت |
| Plane table | تختہ مسطح |
| Plane-tabling | تختہ مسطحائی |
| Planimeter | سطح پیما |
| Plate stile | پلیٹ سوئی ۔ تختی والا شاخص |
| Plinth | کرسی |
| Plumb bob | شاقولی لنگر |
| Plummet | شاقول |
| Polaris | قطب تارا |
| Poles | قطبین |
| Power house | طاقت گھر |
| Precession | استقبال |
| Precession of the equinoxes | اعتدالین کا استقبال |
| Prime vertical | اول السموت |
| Prismatic compass | منشوری کمپاس |
| Probable error | ظنّی خطا |
| Proof level | خطا روک لیول |
| Protractor | چاندا |

## Q

| انگریزی | اُردو |
|---|---|
| Quadrant | رُبع دائرہ ۔ رُبع |
| Quarry | کھدان |

| انگریزی | اُردو |
|---|---|
| **R** | |
| Rain gauge | باراں پیما |
| Rapids | سیل خیز |
| Ray | کرن |
| Reading | مقروہ ۔ (جمع = مقروات) |
| Reciprocal | متکافی ۔ دوطرفہ |
| Reconnaissance level | سرسری لیول |
| Referring mark | حوالہ کا نشان |
| Refraction | انعطاف |
| Retardation | ابطاء |
| Retrograde motion | رجعی حرکت |
| Retrogression | پس روی |
| Right ascension | صعود مستقیم |
| Rocket | ہوائی (آتشبازی) |
| Roll | لڑھکن (مترجم) |
| Ruler | مسطر |
| Run off | آب رفتہ |
| **S** | |
| Sag | جھوک |
| Sagittarius | قوس |
| Satellite | تابع |
| Scale | پیمانہ |
| Scarp | کھڑی ڈھال |
| Scorpio | عقرب |

| انگریزی | اُردو |
|---|---|
| Set square | جوڑ گنیا ۔ گنیا |
| Sextant | سُدس |
| Shaft | تنہ |
| Sidereal time | کوکبی وقت |
| Sidereal year | فلکی سال |
| Sight rule | شست مسطر |
| Sight vane | سیدھ پتی ۔ سیدھ پٹی |
| Signal | علامت ۔ اشارہ |
| Silt | اَٹ |
| Slide rule | پھسلواں پیمانہ |
| Slow-motion screw | سست حرکت پیچ |
| Solar system | شمسی نظام |
| Solstice | انقلاب |
| Spherical excess | کُروی زیادت ۔ کُروی ازادی |
| Stadia | فاصلہ نما |
| Staff | نمبر چوب |
| Standard time | معیاری وقت |
| Station | مقام |
| Stereographic projection | تسطیحی تظلیل |
| Stile | شاخص ۔ سُوئی |
| Strainer | چھنی |
| Substile | زیرین سوئی یا شاخص |
| Summer solstice | انقلاب صیفی ۔ انقلاب گرما |
| Sundial | شمسی ڈائل ۔ دھوپ گھڑی |

| اُردو | انگریزی |
|---|---|
| موج گھر | Surge chamber |
| پیمایش | Survey |
| پیمایش کنندہ ۔ پیمائندہ ۔ سرویر | Surveyor |
| سوئچ گیرا | Switch gear |
| **T** | |
| فاصلہ پیما | Tacheometer or Telemeter |
| نکاس دُم | Tail escape |
| دُم نالا ۔ عقبی نالا | Tail race |
| ثور | Taurus |
| ارضی طول بلد | Terrestial longitude |
| ثلاثی مثلثائی | Tertiary triangulation |
| زاویہ گیر | Theodolite |
| وقت شمر ۔ وقت شمار | Time keeper |
| جانگاری نقشہ | Topographical drawing |
| مبدّل مقامہ | Transformer station |
| مروری آلہ | Transit instrument |
| انتقالی تار یا لڑیاں | Transmission lines |
| حصری پیمایش | Traverse survey |
| ناقل تختہ (ریلوے) چاو پرزہ (مترجم) | Traverser |
| مثلثائی ۔ تثلیث | Triangulation |

| اُردو | انگریزی |
|---|---|
| مثلثی پیمایش | Trigonometrical survey |
| فصلی سال (مترجم) | Tropical year |
| **U** | |
| فرد ۔ اکائی | Unit |
| دُبِّ اکبر | Ursæ Majoris |
| دُبِّ اصغر | Ursæ Minoris |
| **V** | |
| کسر پیما قوس | Vernier arc |
| انتصابی توازیت | Vertical collimation |
| سُنبلہ (عذرا) | Virgo |
| **W** | |
| اینٹھ | Warp |
| پن ڈھال | Watershed |
| انقلاب شتائی ۔ انقلاب سرما | Winter solstice |
| تار لگانا | Wiring |
| ڈگمگانا (جنبش = مترجم) | Wobble |
| **Z** | |
| نقطۂ سمت الراس ۔ سمت الراس | Zenith |
| صفر مقامہ | Zero station |

# اغلاط نامہ

## پیمایش حصۂ دوم

| صفحہ | سطر | غلط | صحیح | صفحہ | سطر | غلط | صحیح |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱۰ | ۸ | زلکل | زنگل | ۴۱ | ۲ | زمادہ | زیادہ |
| ۱۳ | تختی ۲ | (دیافرام) | ( دیافرام ) | ۴۵ | شکل ۵ | (۳) یب ب | ........ د چھوٹ گیا ہے |
| ۱۵ | ۱۸ | بتجاوز | متجاوز | ۴۹ | ۷ | نانی | یانی |
| ۱۷ | ۱ | ۳َ۰٫ٌ | ۳۱َ۰٫ٌ | ۵۰ | ۱۲ | پ پ | پَ پَ |
| ۲۳ | ۶ | ۴۱ | ۴۶ | ″ | حاشیہ | (۲۴) | (۳۴) |
| ″ | ۱۴ | ۱۱۸ | ۱۱۵ | ۵۷ | شکل | ا ـ | ا ف |
| ″ | ۱۵ | ۲۱۱،۰۰ | ۲۱۰۱،۰۰ | ۶۲ | ۴ | سکو | لو |
| ″ | ۱۶ | سترس | مشترک | ۶۳ | ۲۵ | چاہیے | چاہیے |
| ″ | ۱۷ | ۹۰ | ۰۹ | ۶۵ | ۳ | ا۰ر | اور |
| ۲۵ | ۲۲ | میں | ہیں | ۶۶ | ۲۴ | کرنے وایے | کرنے والے |
| ۲۶ | ۲۳ | ± ۵ | ۵ ± | ۶۹ | ۱۳ | تضیع | تصنیع |
| ۳۲ | فٹ نوٹ | × جب اً | × جب اً | ۷۲ | ۱۰ | شست مسطر | شستِ مسطر |
| ۳۴ | سطر آخر | ۳۰،۲۰،۶۵،۵۷ | ۳۶،۳۷،۶۵،۵۷ | ۷۴ | ۱۹ | مسطر | مسطرٗ |
| ۳۷ | ۷ | ۲۷۲۸،۸۶ | ۲۷۲۸،۸۷ | ۸۲ | ۱۷ | ۔جہاں | جہاں |

| صفحہ | سطر | غلط | صحیح | صفحہ | سطر | غلط | صحیح |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۸۲ | فٹ نوٹ ۵ | سیدھی | سیدھ پٹی | ۱۰۶ | ۹ | زاوہ | زاویہ |
| ۸۳ | ۱۰ | سکنے | سکتے | ۱۰۷ | ۲۲ | منتم | متمم |
| " | فٹ نوٹ ۲ | سست سطر | شست مسطر | ۱۰۸ | شکل | $\frac{\pi}{2}$ ن | $\frac{\pi}{2}$ - ق |
| ۹۲ | ۵ | مین | بیتن | " | بائیں شکل کے نیچے | ق | قْ |
| " | ۱۵ | ملانوں | میلانوں | ۱۱۰ | حاشیہ | (۱۶۷) | (۶۷) |
| " | ۱۹ | مستقیم نابیں | مستقیم ناپیں | " | ۱۵ | قوسوں | قوسوں |
| " | ۲۱ | ثنت | ثبت | ۱۱۲ | ۵ | گزرنا | گزرتا |
| ۹۳ | فٹ نوٹ | شمارز | شمار گز | ۱۱۷ | ۱۰ | جوز | جوزا |
| ۹۷ | ۴ | اکاک | ایک | ۱۲۰ | ۱۴ | ہروز | ہرروز |
| " | ۷ | مین | تبین | ۱۲۶ | ۷ | ۴ | Y |
| " | ۹ | ہونے | ہوتے | " | ۱۲ | ہے۔ | ہے۱۔ |
| " | ۱۲ | موسیں | قوسیں | ۱۲۹ | ۱۱ | توکبی | کوکبی |
| " | ۲۳ | کلروی | کُروی | ۱۳۴ | ۹ | ۴۰ | ۴۰ |
| ۹۸ | ۳ | مثلت | مثلث | " | ۱۴ | ناہلہ | فاصلہ |
| ۹۹ | ۲ | سکل | شکل | ۱۳۸ | ۶ | ہے | ہےٗ |
| ۱۰۰ | ۹ | نختی | تختی | ۱۳۹ | ۷ | ۲۴ ک ۵ ۱۶ | ۲۴ کَ ۵َ ۱۶َ |
| " | ۱۷ | ہ | یہ | ۱۴۰ | ۶ | بہ مسک العنان مش | بہ مسک العنان مش |
| ۱۰۱ | ۴ | س | س۱ | " | ۱۲ | ہ نرس مغ | ہ فرس مغ |
| " | ۱۲ | س | س۳ | ۱۴۴ | ۲۰ | گہ +۵ | گھ +۵ |
| ۱۰۲ | ۱ | بر | پر | " | ۲۲ | کوگبی | کوکبی |
| " | ۱۱ | س | س۵ | ۱۴۵ | ۱۵ | ۳۴ | ۳۴ |
| " | ۱۹ | قوس | قوسیں | ۱۴۷ | ۱۲ | ٹیلیز ہینڈ بک | ٹیلرز ہینڈ بک |
| ۱۰۴ | اس صفحہ میں اُردو حروف قؔ۔ شؔ۔ سؔ۔ صؔ سب پر یہ (ہ) علامت ہے۔ | | | ۱۵۱ | ۲۲ | برعنہ | برہنہ |

| صفحہ | سطر | غلط | صحیح | صفحہ | سطر | غلط | صحیح |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱۵۶ | ۲۹ | ۲۵ ۰۲ | ۳۵ ۰۲ | ۱۹۹ | ۱۷ | بھروسہ | بھروسا |
| 〃 | ۳۲ | ۳۲،۰ | ۳۳،۰ | ۲۰۸ | ۲۴ | بنایا | بنایا |
| ۱۵۹ | ۲۱ | قِ۴ | قِ۳ | ۲۱۸ | ۲۰و۲۳ | بہاؤ | بہاؤں |
| ۱۶۰ | ۸ | -جب۲ و) | (-جب۲ و) | ۲۲۳ | ۲۲ | میں | ہیں |
| 〃 | ۱۱ | حدور | مدور | 〃 | ۲۳ | اب | اب |
| 〃 | ۱۸ | لا/ق | لا/ق | ۲۲۸ | ۲۰ | آل | آر |
| ۱۶۱ | فٹ نوٹ | حبایی | حسابی | ۲۲۹ | ۲۳ | فت | فٹ |
| ۱۶۲ | 〃 سطر ۲ | (یا رہ ۶۳) | (پارہ ۶۳) | ۲۳۰ | ۲۲ | گھڑی | گھڑی |
| ۱۶۵ | ۱۳ | لگا۔کر | لگا کر | ۲۳۱ | ۳ | ممن | ممکن |
| 〃 | فٹ نوٹ | elock | Clock | ۲۳۶ | ۲۴ | چھنیاں | چھنیوں |
| ۱۶۸ | ۱ | ۲۷ | ۴۷ | ۲۳۸ | ۱۵ | یا جالی کھمبو | یا جالی کھمبوں ( |
| ۱۷۲ | ۱۷ | ہرور | مرور یہ | ۲۵۶ | ۳ | تیس | تپش |
| ۱۷۴ | ۳ | کریئے | کرنے | ۲۸۳ | ۱۱ | ج ف | ج ف |
| ۱۷۵ | ۱۸ | کےاس | کے اس | 〃 | ۲۰ | ۱-۴ | ۱-۳ |
| ۱۷۹ | شکل | و | وَ | ۲۸۴ | فٹ نوٹ | | Weight |
| ۱۸۸ | ۱۴ | سرویروں | سرویروں | ۲۸۸ | ۸ | ڑو | د |
| ۱۹۳ | ۵ | ارگ | مارگ | 〃 | ۱۶ | رناست | ریاست |
| ۲۴ | ۲۵ | محازی | محاذی | ۱۹۶ | فٹ نوٹ | Cheif | Chief |
| ۳۲ | فٹ نوٹ سطر (۱) | جیب س | جیب س / ز | . | . | | . |